

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP

FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA - FEE

"ESTRUTURAS ELÉTRICAS PARA  
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS  
LITOGRAFICOS EM UM  
PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE  
CIRCUITOS INTEGRADOS"

ARISTIDES PAVANI FILHO

Orientador: Prof. Dr. Furio Damiani  
DEMIC-FEE-UNICAMP

Co-orientador: Prof. Dr. Curt Egon Hennies  
DEQ-IFGW-UNICAMP

Este exemplar corresponde à redação final da tese  
defendida por Aristides Pavani Filho  
e aprovada pela Comissão  
publicadora em 10 / 08 / 90.

  
Orientador

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Engenharia Elétrica da  
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP  
como parte dos requisitos exigidos  
de MESTRE EM ENGENHARIA ELÉTRICA.

CAMPINAS - 1990

10.9.11 9693

Dedico este trabalho aos meus pais "Seo" Aristides e "Dona" Rosa que trilharam caminhos mais árduos e longos que o meu para que eu pudesse chegar até aqui.

À minha esposa Luzia pelo seu amor e dedicação.

À todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho, e em especial ao professor Curt pelo acompanhamento e orientação.

## RESUMO

Neste trabalho apresentamos um conjunto de estruturas elétricas de teste para avaliação de parâmetros litográficos para serem empregadas na avaliação de um processo industrial de fabricação de circuitos integrados.

Três foram os parâmetros investigados. A largura de linha, o overlay e a densidade de defeitos.

Os circuitos de teste foram produzidos em um fabricante de circuitos integrados no exterior como parte do Projeto Multiusuário PMUCMOS 4, coordenado pelo Centro Tecnológico para a Informática.

Foram fabricados 50 circuitos de teste composto por 9 estruturas de teste, distribuídos em duas colunas de 25 circuitos, dos quais foram avaliados 20 circuitos por coluna.

Os resultados obtidos nos permitiram :

- 1) Avaliar a precisão do método de medidas de parâmetros de litografia através de estruturas elétricas de teste.
- 2) Avaliar a efetividade das estruturas propostas em revelar através dos parâmetros básicos de litografia, as estratégias empregadas pelo fabricante e os parâmetros do processo litográfico.

# ESTRUTURAS ELÉTRICAS PARA AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS LITOGRAFICOS EM UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CIRCUITOS INTEGRADOS

## CAPÍTULO 1. ESTRUTURAS DE TESTE ELÉTRICO DE PARÂMETROS LITOGRAFICOS.

### 1.1 Introdução.

### 1.2 As estruturas de teste de parâmetros litográficos propostas e a descrição da metodologia de obtenção.

### 1.3 O processo de litografia por feixe eletrônico.

### 1.4 A largura de linha.

#### 1.4.1 O efeito de proximidade.

#### 1.4.2 Estruturas de teste para avaliação da correção do efeito de proximidade.

#### 1.4.3 Estruturas de teste para medida da largura de linha.

#### 1.4.4 Método de Van Der Pauw para determinação da resistência de folha.

### 1.5 Overlay e o Registro.

#### 1.5.1 O erro de Overlay e o erro de Registro.

#### 1.5.2 A avaliação do erro de overlay.

#### 1.5.3 Estruturas de teste para a avaliação do erro de overlay.

### 1.6 A densidade de defeitos.

## CAPÍTULO 2. A LARGURA DE LINHA E O DESEMPENHO DO PROCESSO DE LITOGRAFIA.

### 2.1 Estruturas de resistência tipo ponte.

### 2.2 Estrutura de teste proposta.

### 2.3 O erro do método de medida da largura de linha nas estruturas de testes elétricos.



2.4 Os procedimentos das medidas de resistência de folha e análise dos resultados obtidos.

2.5 Os procedimentos das medidas de largura de linha e a análise dos resultados obtidos.

2.5.1 Efeito de proximidade.

2.5.2 Aberrações do sistema eletroóptico.

2.5.3 Desvios da largura de linha induzidos pelo processo.

### CAPÍTULO 3. O ERRO DE OVERLAY

3.1 Estrutura de teste proposta.

3.2 O erro do método de avaliação do erro de overlay.

3.3 Os procedimentos das medidas e a análise dos resultados obtidos.

### CAPÍTULO 4. A DENSIDADE DE DEFEITOS.

4.1 Estrutura de teste proposta.

4.2 Os procedimentos das medidas e análise dos resultados obtidos.

### CAPÍTULO 5. CONCLUSÕES.

### CAPÍTULO 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- APÊNDICE I - Tabela das medidas de resistência de folha através de estruturas Van der Pauw.
- APÊNDICE II - Tabela das medidas de largura de linha em estruturas de polissilício.
- APÊNDICE III - Tabela das medidas de largura de linha em estruturas de metal.
- APÊNDICE IV - Tabela das medidas de overlay.
- APÊNDICE V - Programa para automatização da medida de largura de linha.

## CAPÍTULO 1

### ESTRUTURAS DE TESTE ELÉTRICO DE PARÂMETROS LITOGRAFICOS

#### 1.1 INTRODUÇÃO:

O processo de fabricação de circuitos integrados envolve um número muito grande de etapas de processamento, que são em princípio uma sucessão de quatro etapas básicas sequenciadas de acordo com a tecnologia empregada. As etapas básicas de processamento são :

- a) Deposição de camadas condutoras ou isolantes
- b) Remoção de camadas
- c) Litografia
- d) Limpeza

Dentre estas etapas, a de litografia contribue com mais de 50% do número total de etapas empregadas no processo de fabricação e é responsável pela grande maioria dos problemas de contaminação e de controle de processo. Os avanços da litografia continuam sendo o fator de motivação para o aumento no nível de integração de microcircuitos. Por exemplo, memórias RAM dinâmicas têm quadruplicado o nível de integração a cada três anos [1]. Um dos grandes desafios impostos a litografia é o de se manter à frente da demanda de integração. Os parâmetros que usualmente caracterizam o grau de evolução da tecnologia litográfica são: dimensão crítica, overlay\* e densidade de defeitos. Apresentamos nas figuras 1.1.1, 1.1.2 e 1.1.3 representações aproximadas das reduções na dimensão crítica, overlay e densidade de defeitos em função da densidade de integração para memórias RAM dinâmicas. O marco em 16 megabits representa o estágio atual de desenvolvimento da indústria e está limitado basicamente pelo estágio de desenvolvimento das técnicas litográficas .

\* O erro de overlay é o erro de alinhamento entre dois níveis de máscaras, e expressa a precisão da superposição destes níveis.

dimensão crítica

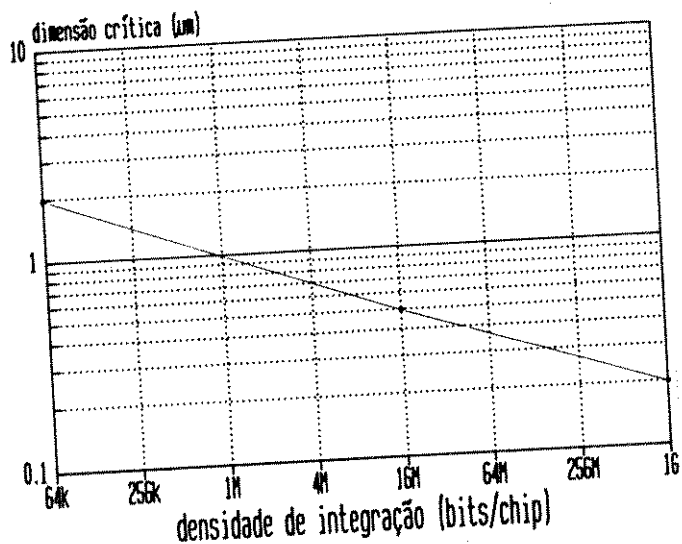


fig 1.1.1

overlay

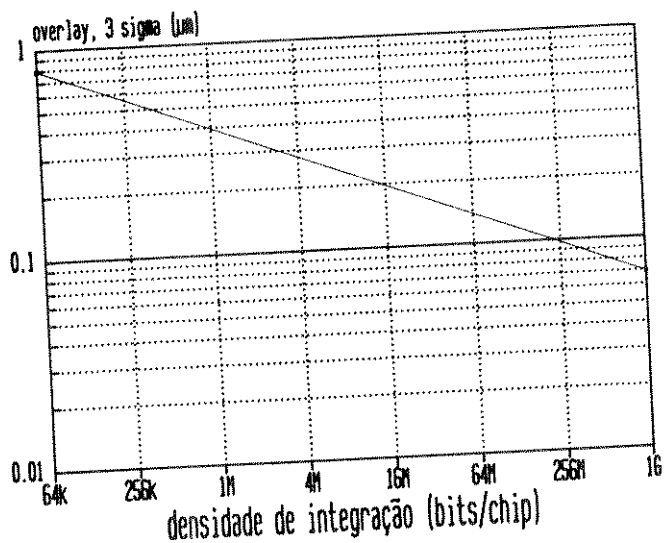


fig 1.1.2

densidade de defeitos

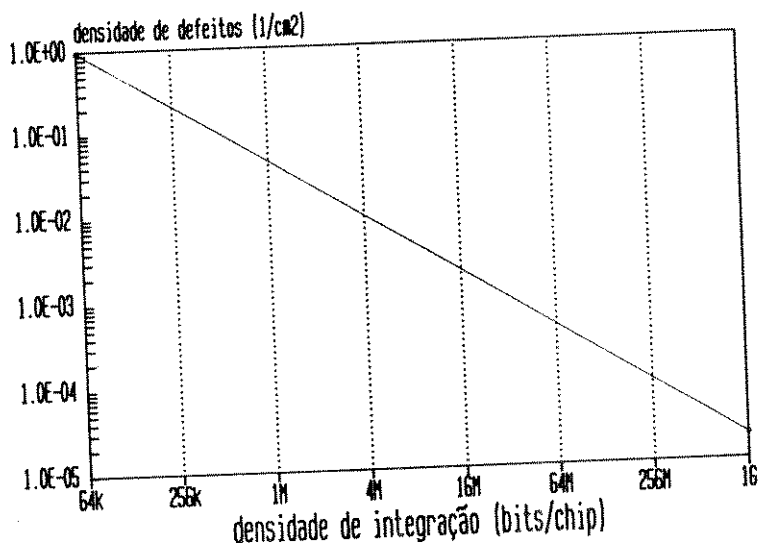


fig 1.1.3

Figuras 1.1.1, 1.1.2 e 1.1.3 - Representação da redução dos parâmetros litográficos em função do aumento da densidade de integração para memórias RAM dinâmicas (DRAMs).

A figura 1.1.4 mostra os limites atuais e as tendências de evolução das ferramentas litográficas atualmente disponíveis. Existe portanto a necessidade de se desenvolver novas ferramentas litográficas de geração de configurações, replicação e metrologia que possibilitem atingir o limite de 1 gigabit.

A metrologia associada ao processo litográfico tem sido, e continuará sendo, pressionada aos limites das técnicas empregadas, devido à necessidade da sua utilização nos diversos estágios de processamento tais como: caracterização do processo, medidas in situ para controle de processo e equipamento e medidas no produto. Enquanto que para o estágio de caracterização existe uma demanda maior na exatidão do método de medida, o controle e medidas no produto demandam por rapidez e repetibilidade. A figura 1.1.5 mostra as tendências de evolução da metrologia em função do aumento da integração.

Dependendo do produto os requisitos para o erro de overlay geralmente se encontram entre 30% e 40% da precisão da dimensão crítica. A capacidade de detecção de defeitos e partículas requeridas são da ordem de um décimo da dimensão crítica.

# Alternativas Litográficas

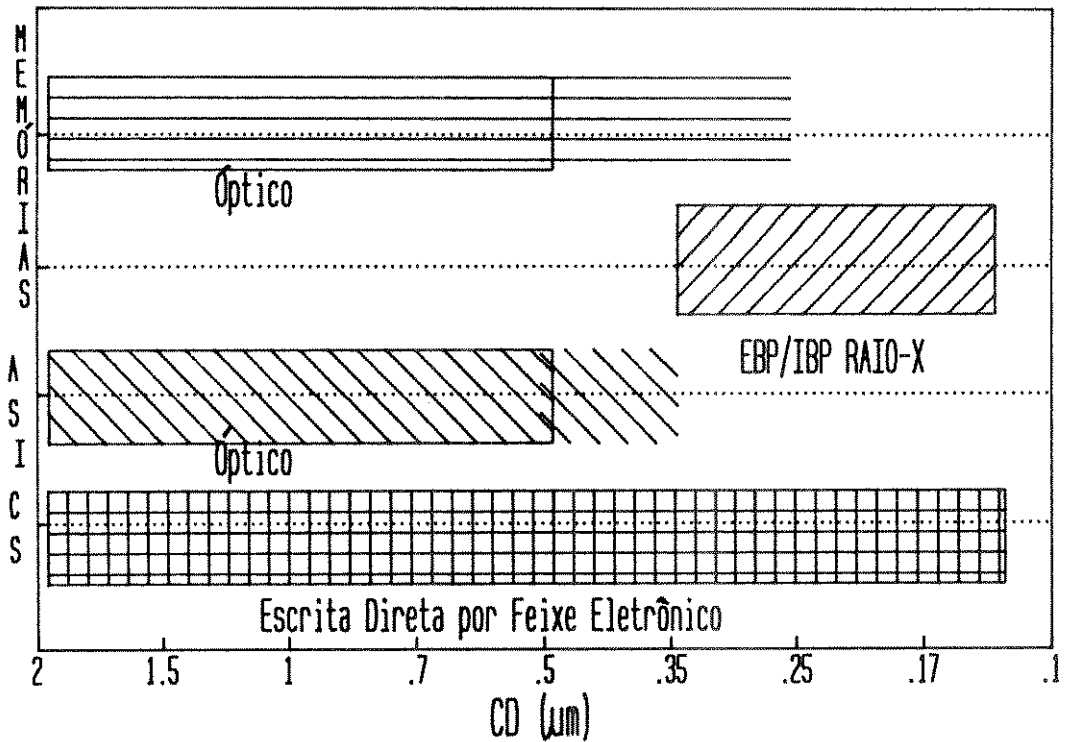


fig 1.1.4

Figura 1.1.4 - Limites atuais e tendências futuras de evolução das principais ferramentas litográficas.

# Metrologia

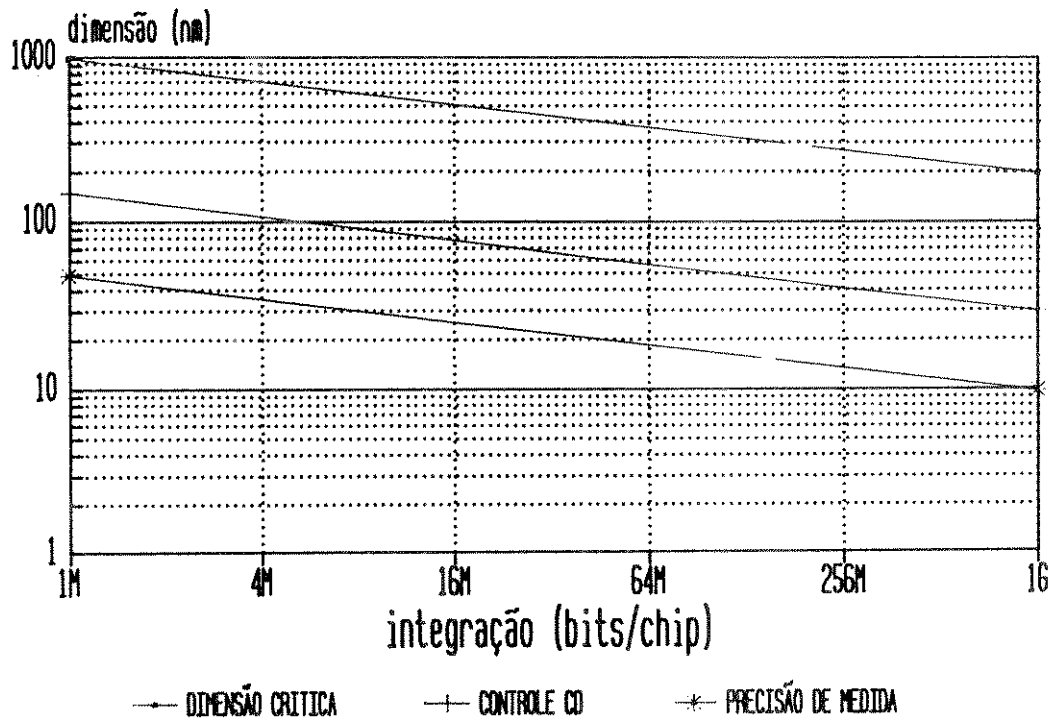


fig 1.1.5

Figura 1.1.5 - Tendência da metrologia litográfica.

O conhecimento das limitações tecnológicas do processo de fabricação impostas pelo conjunto de processo e equipamento litográfico é de vital importância no controle e no desenvolvimento do processo. Para isto é fundamental o emprego de técnicas de metrologia que possibilitem a avaliação dos parâmetros litográficos diretamente no produto final, que dependendo do processo empregado, pode se constituir em máscaras, dispositivos de estado sólido ou circuitos integrados (CIs). As técnicas normalmente empregadas incluem a utilização de equipamentos específicos para cada parâmetro investigado, como microscópios ópticos para inspeção visual de defeitos, microscópios eletrônicos e sistemas de tratamento digital de imagem para medida de dimensões críticas e overlay. Cada uma destas técnicas apresentam deficiências quando aplicadas na avaliação do processo através da medida do produto pronto. A microscopia óptica como técnica de inspeção é altamente dependente do operador, e é limitada quanto a dimensão dos defeitos detectados. A utilização de equipamentos automáticos de detecção de defeitos através de tratamento digital de imagem, tem sua aplicação limitada devido a incapacidade de detecção de defeitos localizados nos níveis mais internos do circuito integrado. A microscopia eletrônica, apesar da alta resolução, apresenta como deficiência básica a necessidade do preparo da amostra a ser analisada e o tempo necessário para se obter um grande número de medidas para avaliação estatística.

Um método que seja ao mesmo tempo simples, preciso, rápido, que possa avaliar os parâmetros litográficos nos vários níveis do processo, e que seja único para todos os parâmetros apresenta-se como ideal para a avaliação do processo através do produto.

A avaliação de parâmetros litográficos através de estruturas elétricas especiais definidas nas diversas camadas condutoras de um circuito integrado, por apresentarem todas as vantagens acima citadas, é uma alternativa a ser utilizada pela indústria no controle e desenvolvimento de processos.



O presente trabalho apresenta um conjunto de estruturas elétricas de teste para avaliação de parâmetros de litografia de um processo industrial de fabricação de circuitos integrados. Um circuito de teste contendo um conjunto de estruturas de teste foi fabricado utilizando escrita direta por feixe de elétrons como etapa litográfica, estas estruturas foram projetadas de maneira a explorar as características deste equipamento e do processo litográfico a ele associado. Os resultados obtidos e as análises destes resultados deverão mostrar a viabilidade da utilização deste método.

O presente trabalho descreve o desenvolvimento de um conjunto de estruturas de teste, para serem fabricadas em silício concomitantemente com o processo industrial de fabricação de CI's que se deseja caracterizar.

## 1.2 As estruturas de teste de parâmetros litográficos propostas e a descrição da metodologia de obtenção.

As estruturas de teste para avaliação de parâmetros litográficos foram projetadas para serem empregadas na avaliação de parâmetros de litografia, na etapa de definição dessas estruturas em uma camada de material condutor, em um processo de fabricação de circuitos integrados com tecnologia CMOS. A fabricação destas estruturas não deve impor nenhuma alteração na sequência de processo normalmente utilizada para a fabricação de um circuito integrado. Estas estruturas podem portanto serem empregadas na avaliação dos equipamentos e dos processos envolvidos nas etapas de definição litográfica de camadas condutoras como silício dopado, polissilício e metal. Em particular, a estrutura para a avaliação do erro de overlay utiliza a característica de auto alinhamento da etapa de definição das regiões ativas de dreno e fonte dos transistores CMOS, que são produzidos através da implantação iônica após a etapa de definição das portas em polissilício. Esta estrutura mede portanto o desalinhamento entre os níveis de definição das regiões ativas dos transistores e os do polissilício. É necessário que o processo CMOS possua esta sequência de etapas para que a estrutura funcione. O auto alinhamento das regiões ativas dos transistores através da implantação de ions utilizando a porta de polissilício como máscara, é um procedimento padrão nos processos de fabricação de circuitos integrados com tecnologia CMOS.

Para testar a validade da utilização de estruturas de teste elétrico para a avaliação de parâmetros litográficos em um processo de fabricação de circuitos integrados convencional, foram projetadas estruturas de teste como parte do Projeto Multiusuário PMUCMOS 4, coordenado pelo Centro Tecnológico para Informática, junto com projetos de outros centros de pesquisa, universidades e empresas. Estas estruturas foram processadas em uma empresa no exterior, resultando um lote de três lâminas das quais uma foi reservada para ser medida, outra foi dividida e os seus circuitos foram encapsulados e a última foi mantida como reserva.

A fundição de silício utilizada para a fabricação das estruturas de teste, correntemente utiliza um processo CMOS 2 $\mu$ m com porta de silício poço N com dois níveis de metal. O material básico para este processo é uma lâmina de silício tipo P de 125 mm de diâmetro na qual um substrato epitaxial é depositado. As portas dos transistores são de polissilício, com interconexões sendo feitas nos dois níveis de metal. O processo emprega escrita direta por feixe eletrônico como etapa de definição litográfica de todos os níveis do circuito. A figura 1.2.1 mostra um corte de uma célula CMOS do processo acima descrito.

Para cada projeto colocado no PMUCMOS 4 resultaram 50 circuitos. A figura 1.2.2 mostra a distribuição dos circuitos de teste de parâmetros litográficos dentro da lâmina processada.

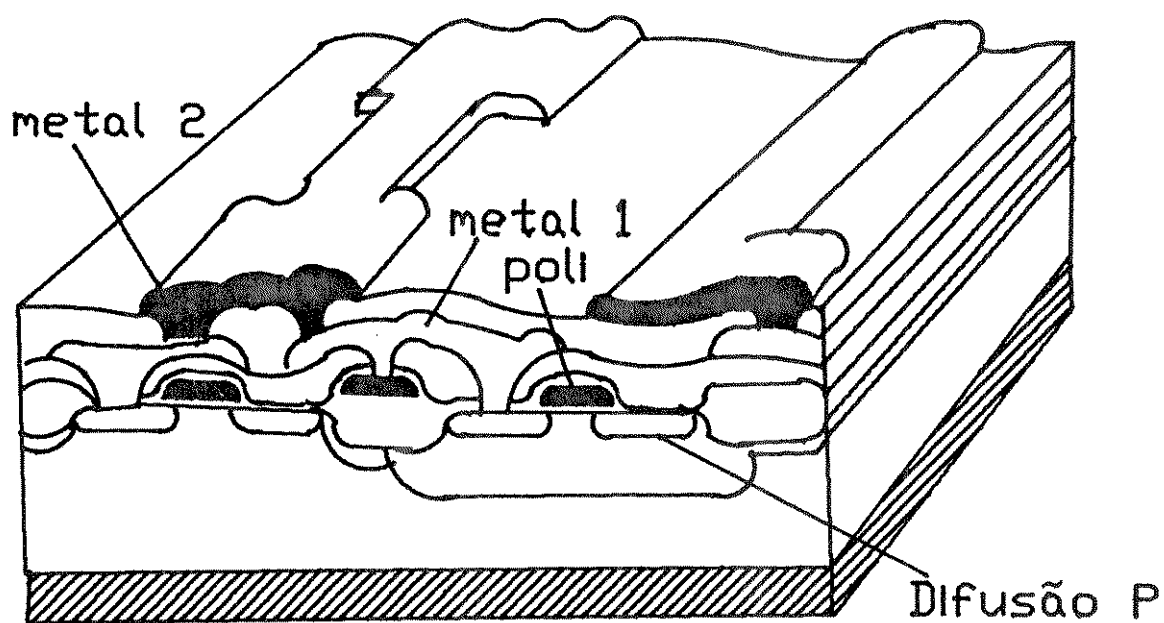


Figura 1.2.1. Corte de uma célula CMOS característica do processo utilizado para fabricação das estruturas de teste.

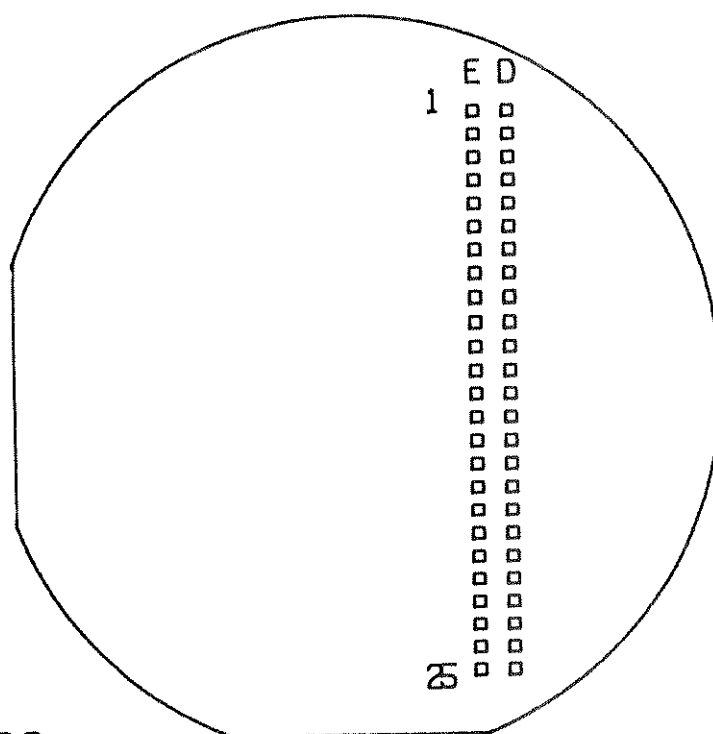


fig 1.2.2

Figura 1.2.2. Distribuição dos circuitos de teste de parâmetros litográficos dentro da lâmina processada.

As estruturas de teste foram distribuídas em duas colunas de 25 circuitos cada, situadas na extremidade direita da lâmina. Esta distribuição apresenta o inconveniente de apenas caracterizar uma pequena porção da lâmina, não fornecendo resultados que nos permitam avaliar o comportamento do processo e dos equipamentos litográficos por toda a área da lâmina. Outro inconveniente apresentado por esta distribuição, é o de ter uma maior probabilidade de ocorrência de circuitos defeituosos devido a não uniformidades do processo na periferia da lâmina. Por outro lado, a avaliação dos parâmetros de litografia nestas condições pode nos trazer informações importantes sobre o controle do processo litográfico e sua sensibilidade às não uniformidades nos processos de deposição de camadas e de resistes, bem como sobre o desempenho dos equipamentos litográficos utilizados em condições não ideais.

Dos 25 circuitos de teste fabricados foram medidos os primeiros 20 de cada coluna, tendo sido reservado os últimos cinco para comparação posterior e para testes dos procedimentos de medida. Os circuitos foram codificados quanto a sua posição sendo numerados de 1 à 20 de cima para baixo, para a coluna da direita e esquerda. Portanto um circuito identificado como E15 corresponde ao décimo quinto circuito a contar de cima, pertencente a coluna da esquerda.

Cada circuito de teste está dividido em quatro quadrantes, cada um contendo um mesmo conjunto de estruturas. Estes quadrantes foram codificados em: Superior Esquerdo (SE), Superior Direito (SD), Inferior Esquerdo (IE) e Inferior Direito (ID).

Cada quadrante é composto de um conjunto de nove estruturas de teste para avaliação de parâmetros litográficos e três estruturas de Van Der Pauw.

As estruturas de avaliação de parâmetros foram codificadas de acordo com suas configurações internas, e também de acordo com as camadas condutoras objeto de pesquisa. Desta maneira a cada tipo de estrutura corresponde um código, a saber:

1A- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de intraproximidade em polissilício com linhas de 1 um e 2 um. Figura 1.2.3.

2A- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de intraproximidade em polissilício com linhas de 2 um e 4um. Figura 1.2.4.

3A- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade em polissilício com linhas de 1 um e 2 um com separação de 1 um. Figura 1.2.5.

4A- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade em polissilício com linhas de 1 um e 2 um com separação de 2 um. Figura 1.2.6.

5A- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade e densidade de defeitos em polissilício com linhas de 1 um e 2 um. Figura 1.2.7.

6A- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade e densidade de defeitos em polissilício com linhas de 2 um e 4 um. Figura 1.2.8.

1B- Estrutura para avaliação do erro de overlay . Figura 1.2.9.

6C- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade e densidade de defeitos em metal 1 com linhas de 2 um e 4 um definidas sobre estrutura periódica em polissilício. Figura 1.2.10.

7C- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade e densidade de defeitos em metal 1 com linhas de 2 um e 4 um. Figura 1.2.11.

POLI- Estrutura Van der Pauw para avaliação da resistência de folha da camada de polissilício. Figura 1.2.12.

DIF - Estrutura Van der Pauw para avaliação da resistência de folha da camada de silício dopado. Figura 1.2.13.

META- Estrutura Van der Pauw para avaliação da resistência de folha da camada de metal 1. Figura 1.2.14.

A figura 1.2.15. mostra a subdivisão da área do circuito de teste em quadrantes e distribuição das estruturas de teste no interior do quadrante.

Esta codificação foi utilizada durante as etapas de medida e avaliação dos resultados servindo como referência na correlação dos parâmetros avaliados com a posição relativa na lâmina processada.



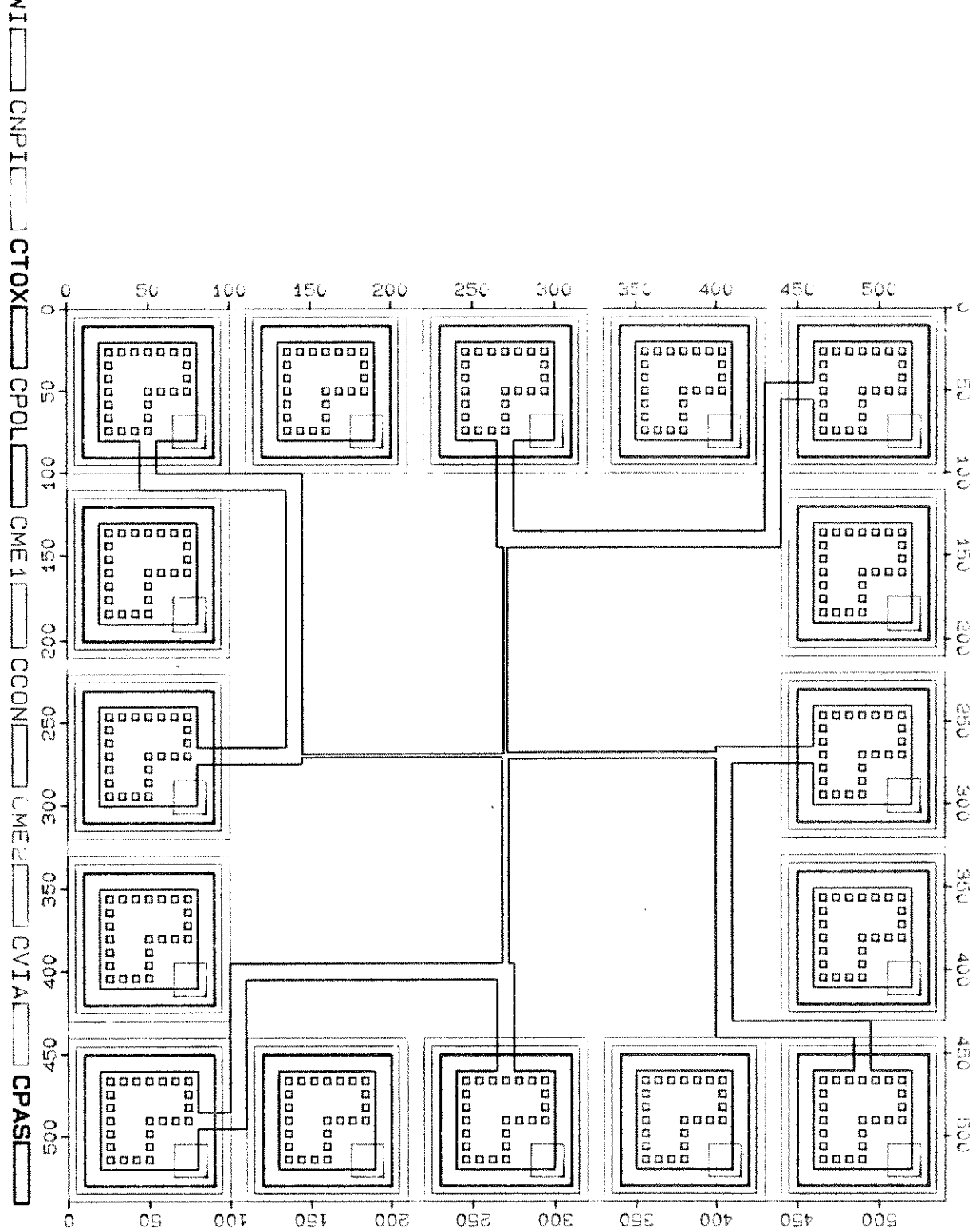


Figura 1.2.3. 1A- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de intraproximidade em polissilício com linhas de 1 um e 2 um.

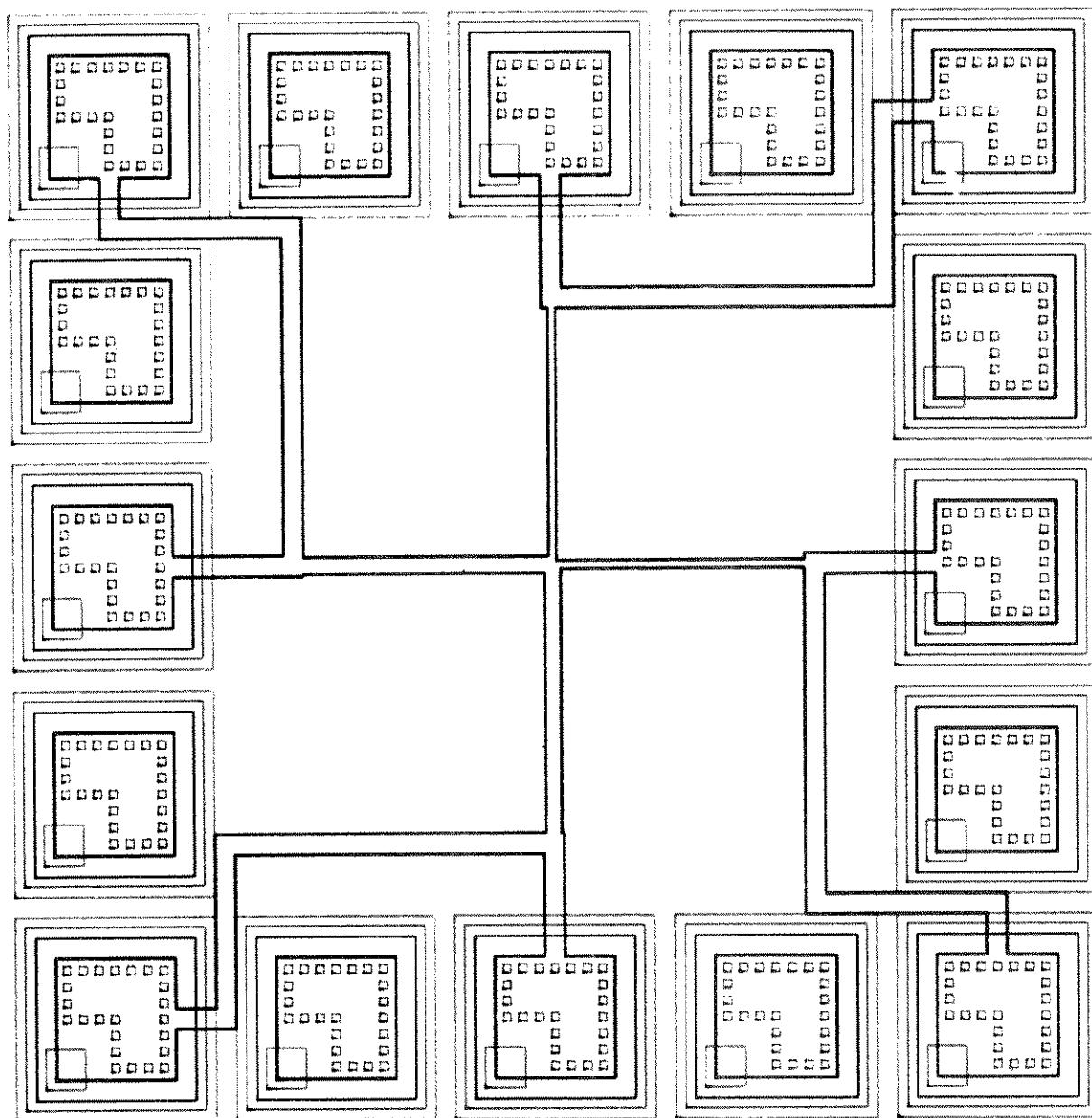


Figura 1.2.4. 2A- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de intraproximidade em polissilício com linhas de 2 um e 4um.

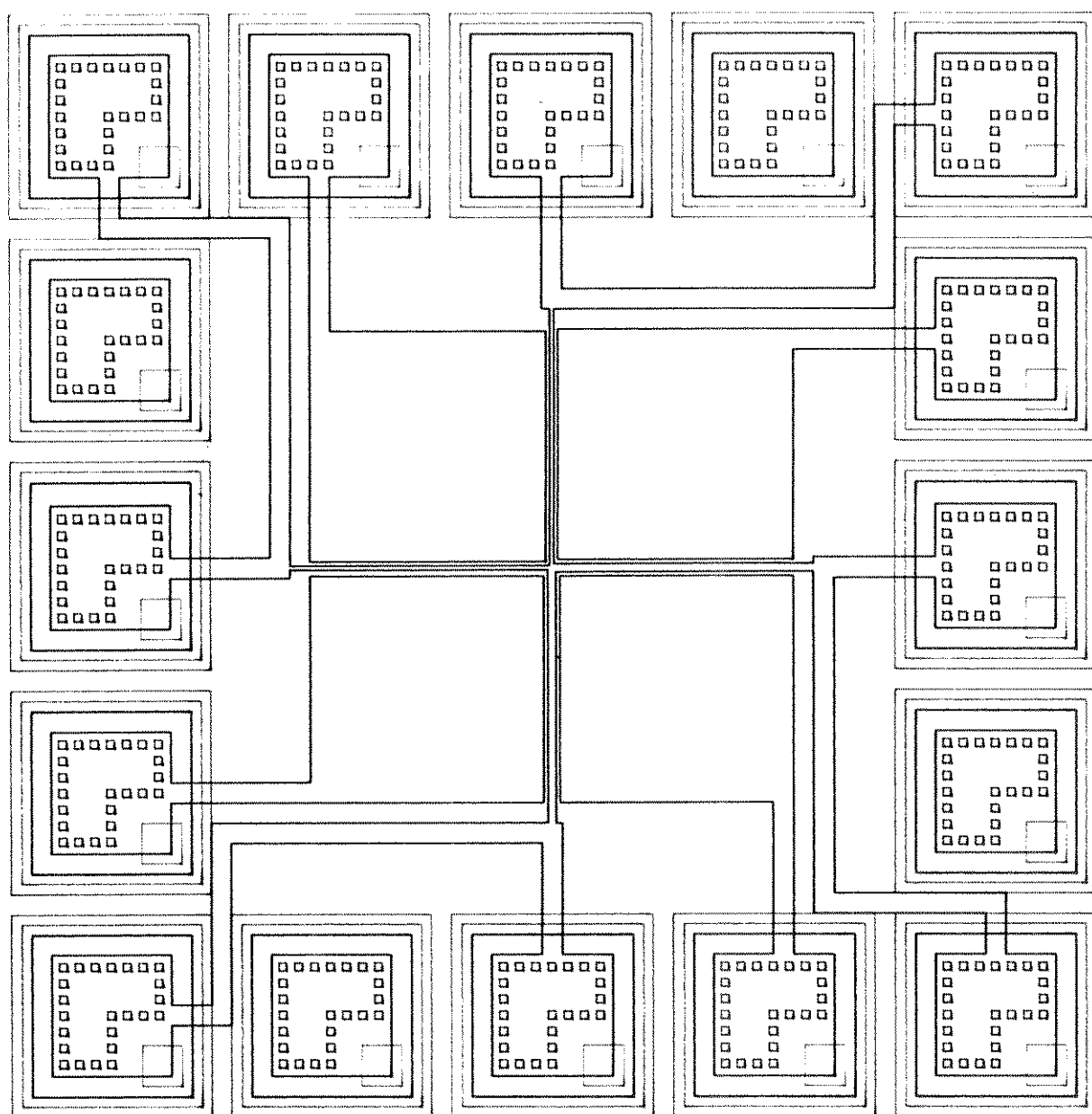


Figura 1.2.5. 3A- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade em polissilício com linhas de 1 um e 2 um com separação de 1 um.

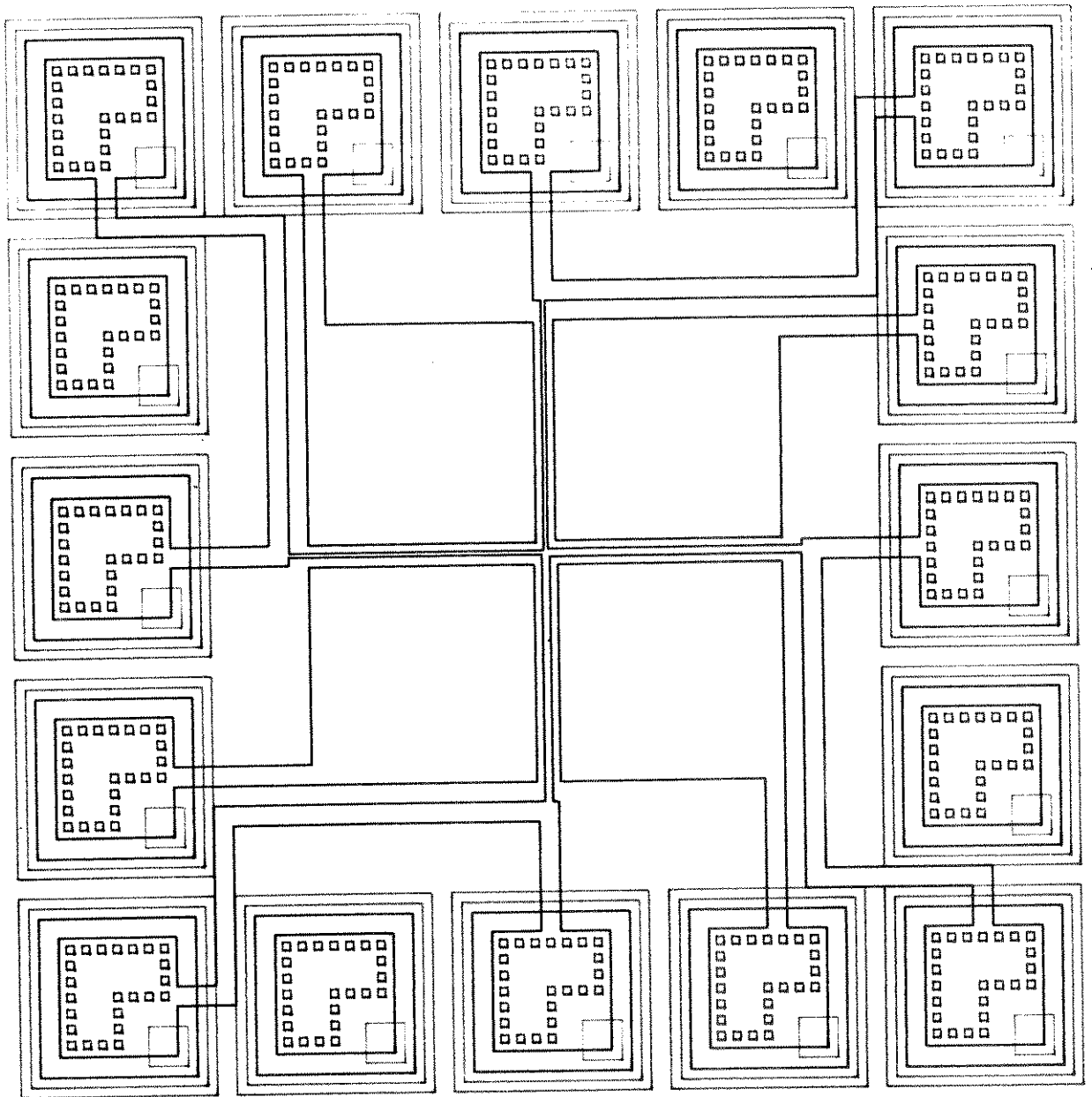


Figura 1.2.6. 4A- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade em polissilício com linhas de 1  $\mu\text{m}$  e 2  $\mu\text{m}$  com separação de 2  $\mu\text{m}$ .

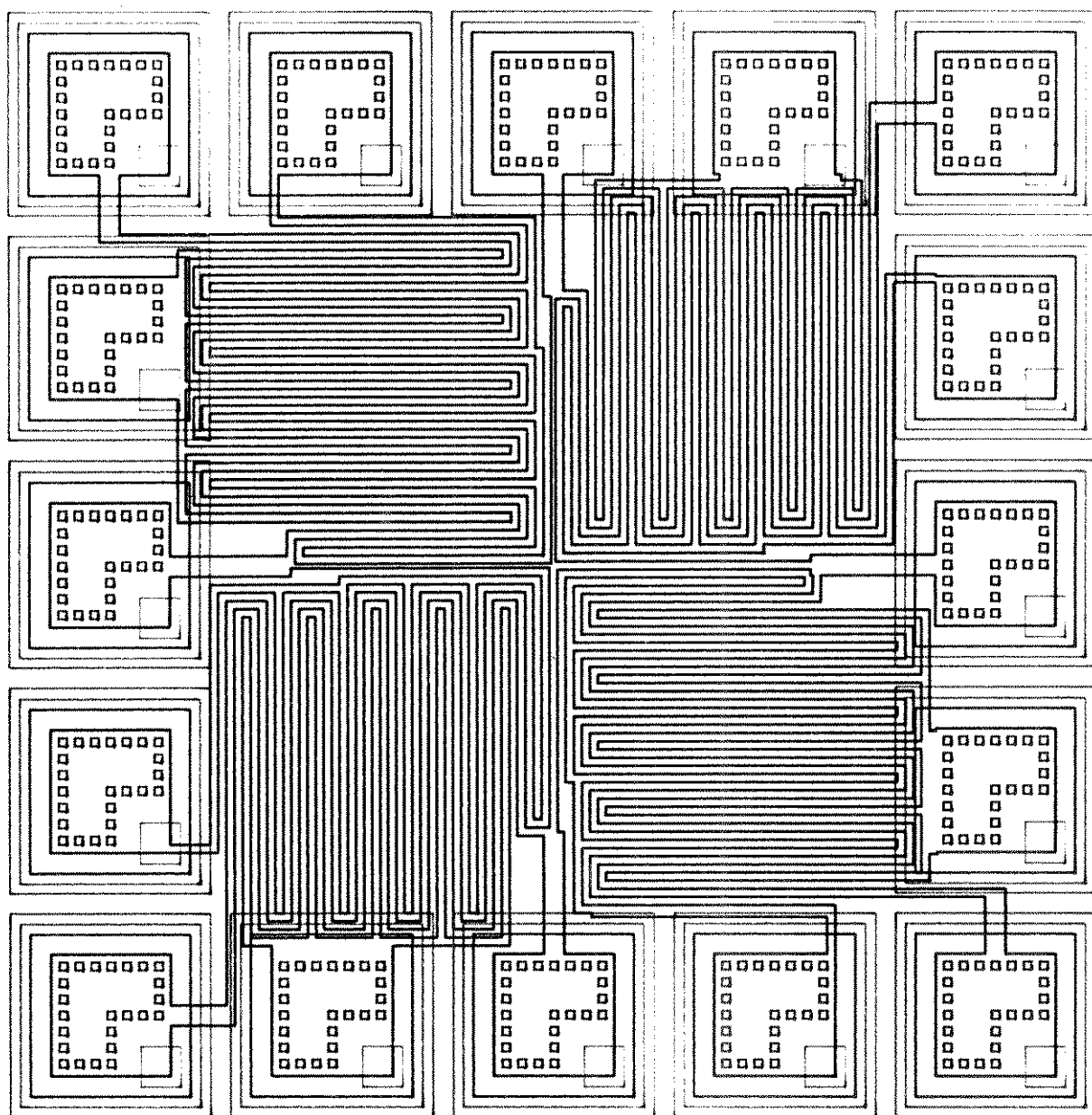


Figura 1.2.7. 5A- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade e densidade de defeitos em polissilício com linhas de 1  $\mu\text{m}$  e 2  $\mu\text{m}$ .

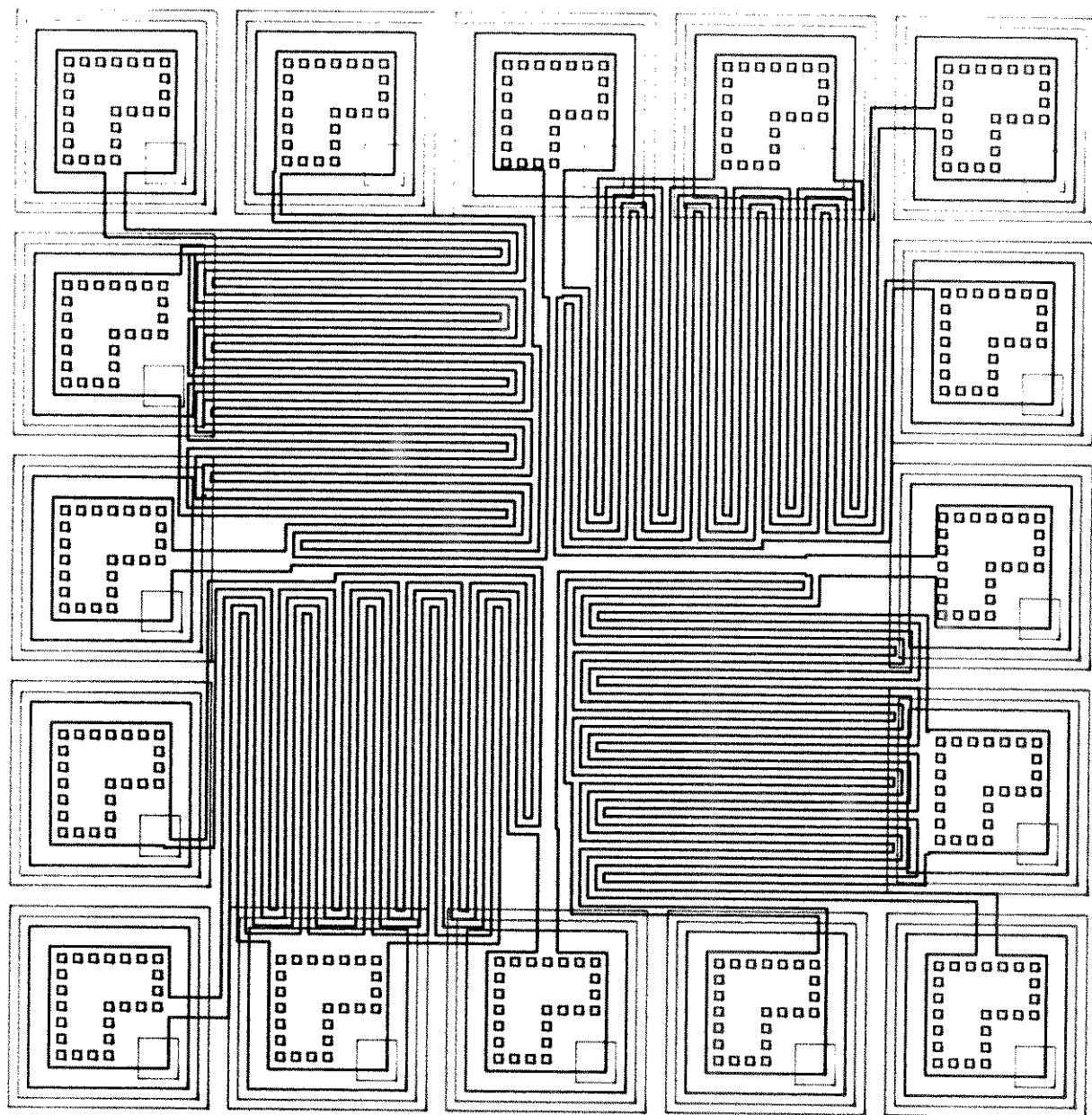


Figura 1.2.8. 6A- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade e densidade de defeitos em polissilício com linhas de 2  $\mu\text{m}$  e 4  $\mu\text{m}$ .

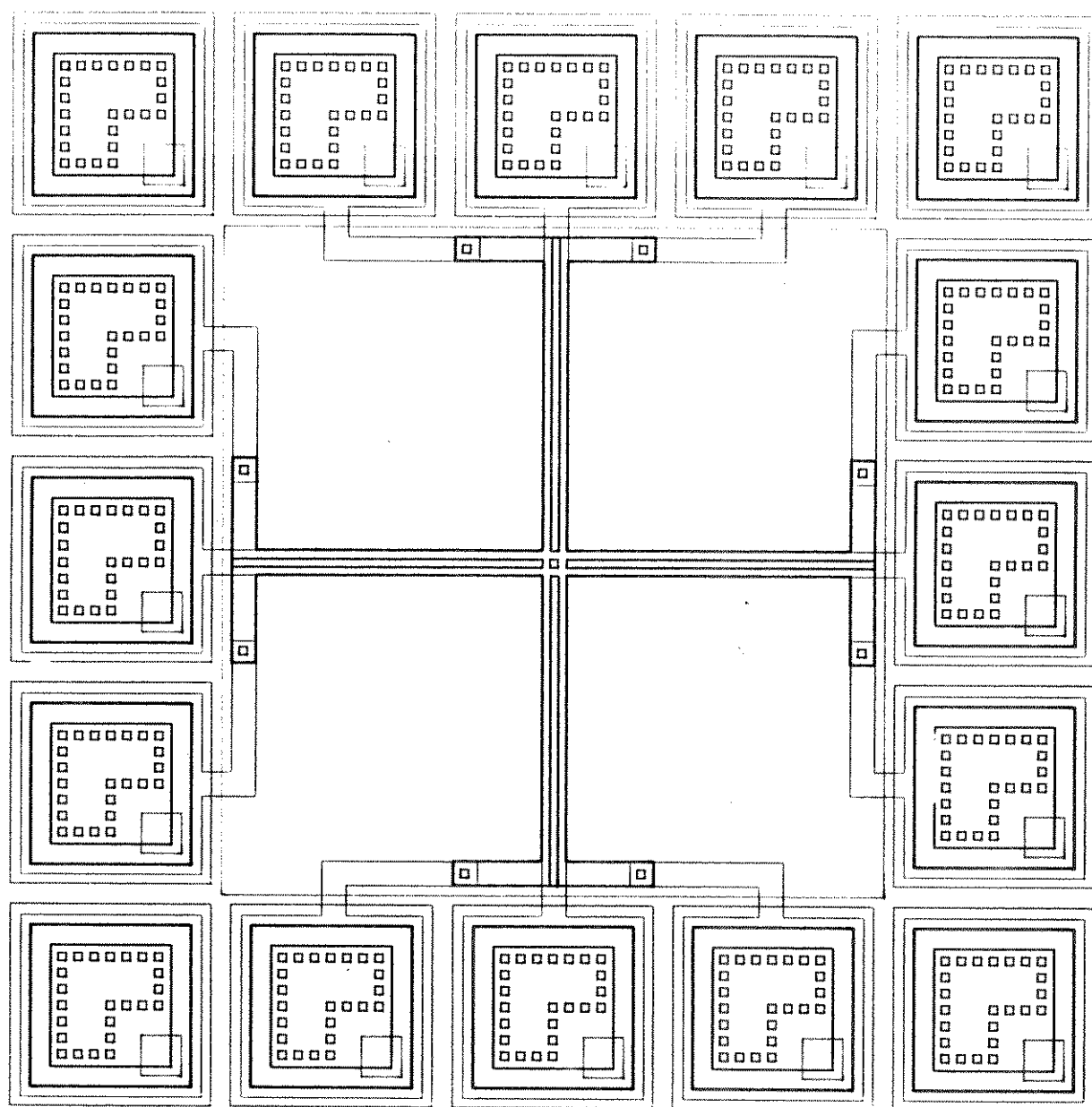


Figura 1.2.9. 1B- Estrutura para avaliação do erro de overlay

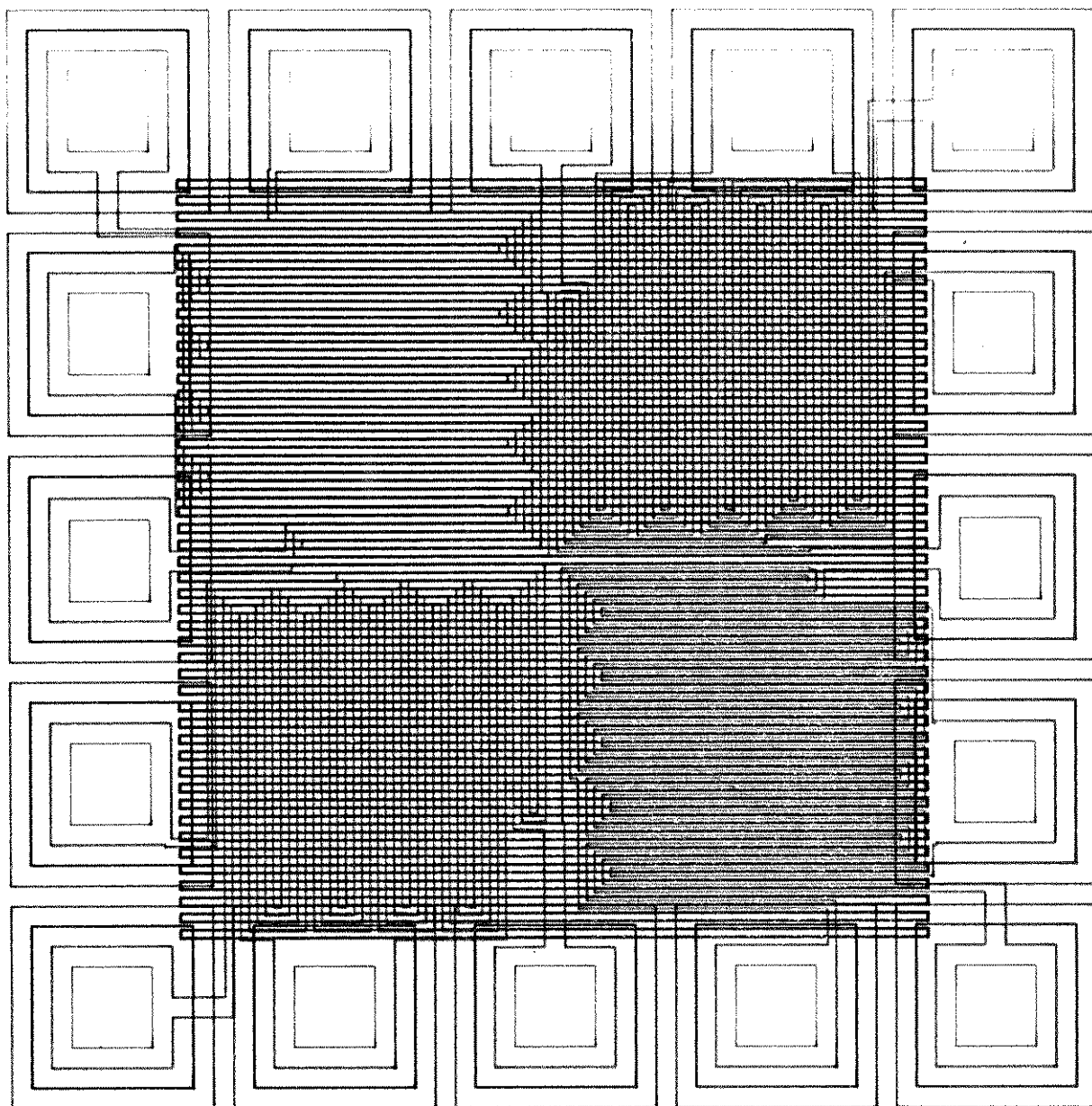


Figura 1.2.10. 6C- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade e densidade de defeitos em metal 1 com linhas de 2 um e 4 um definidas sobre estrutura periódica em polissilício.



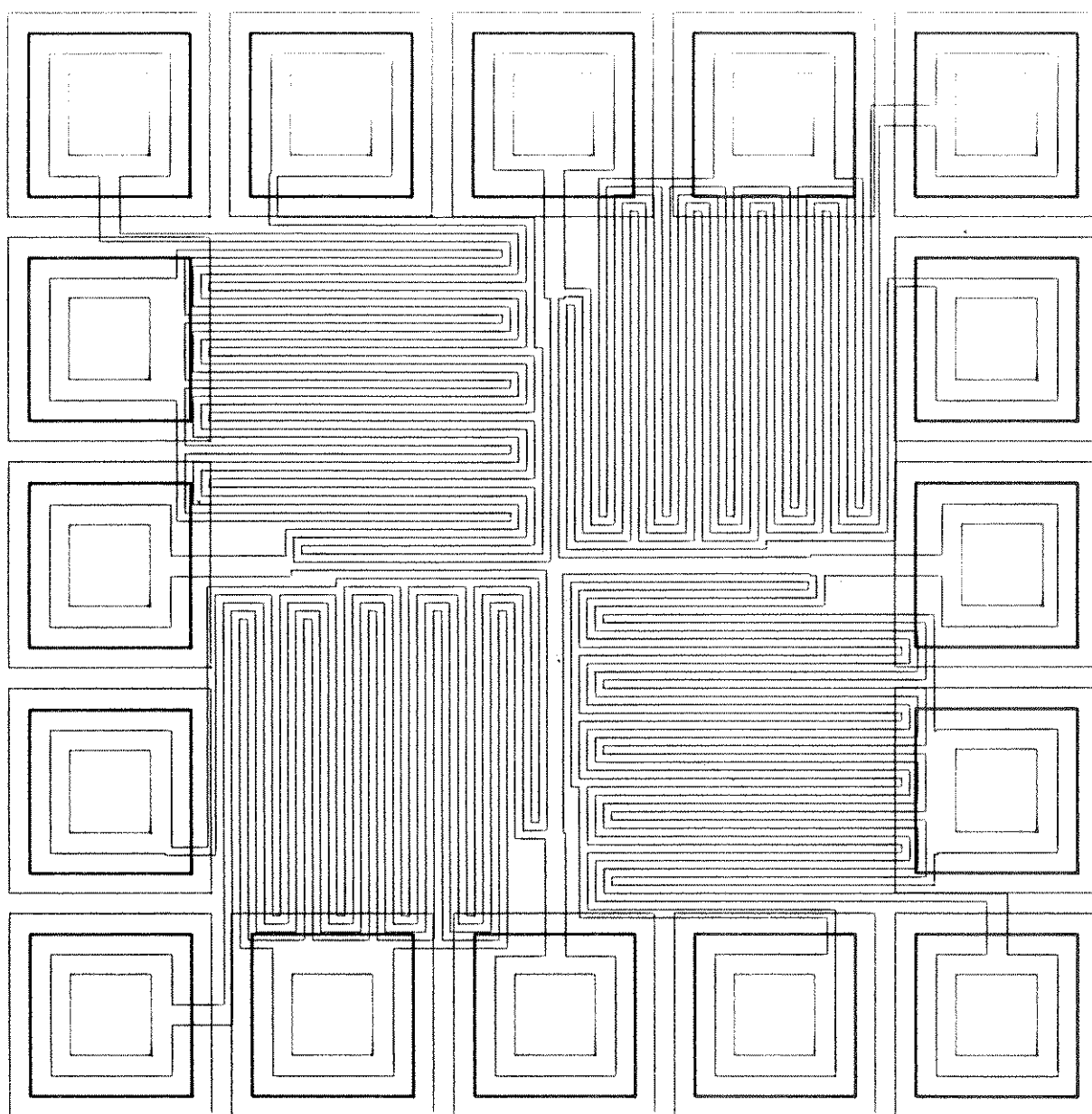


Figura 1.2.11. 7C- Estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade e densidade de defeitos em metal 1 com linhas de 2  $\mu\text{m}$  e 4  $\mu\text{m}$ .

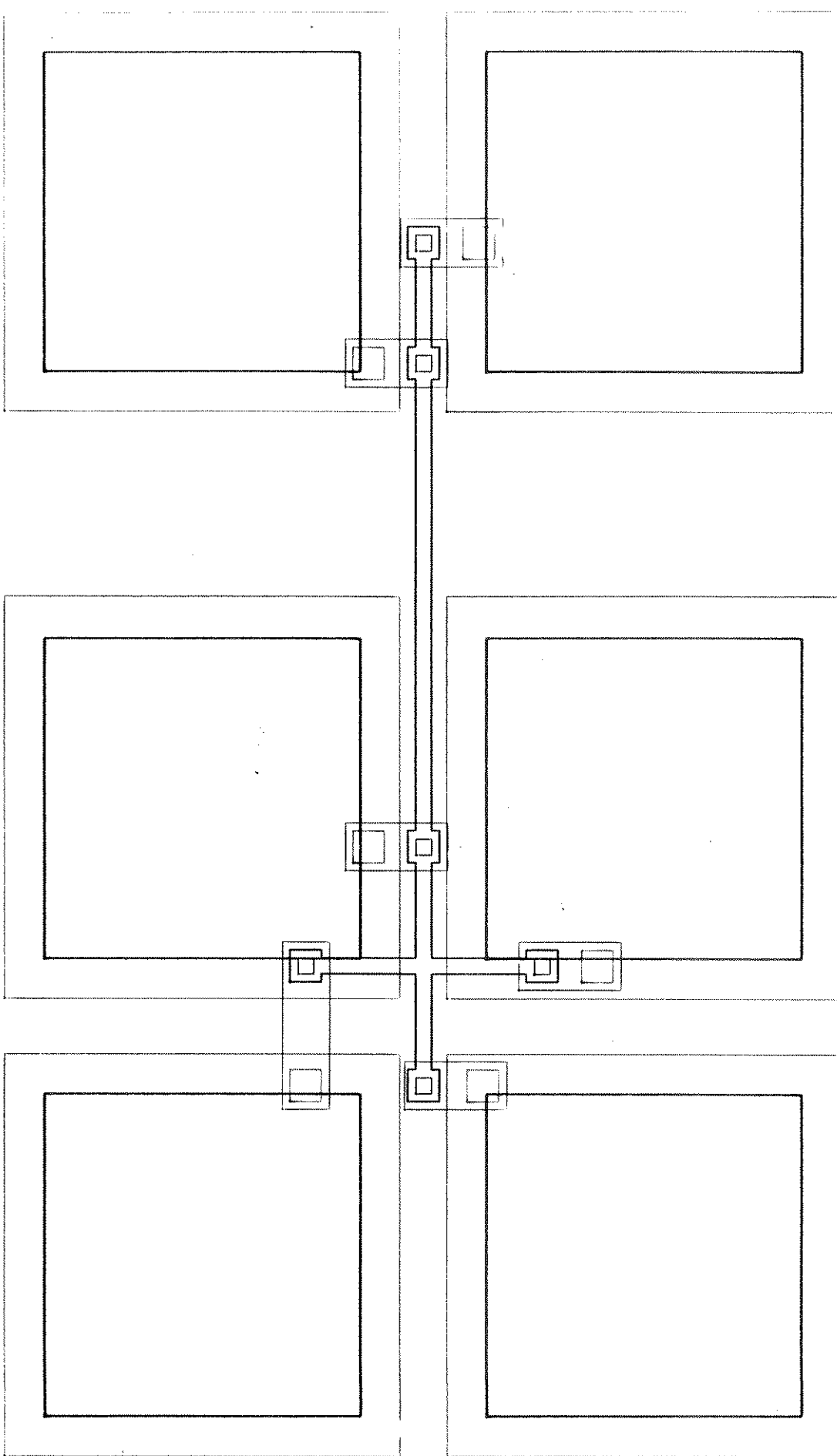


Figura 1.2.12. POLI- Estrutura Van der Pauw para avaliação da resistência de folha da camada de polissilício.

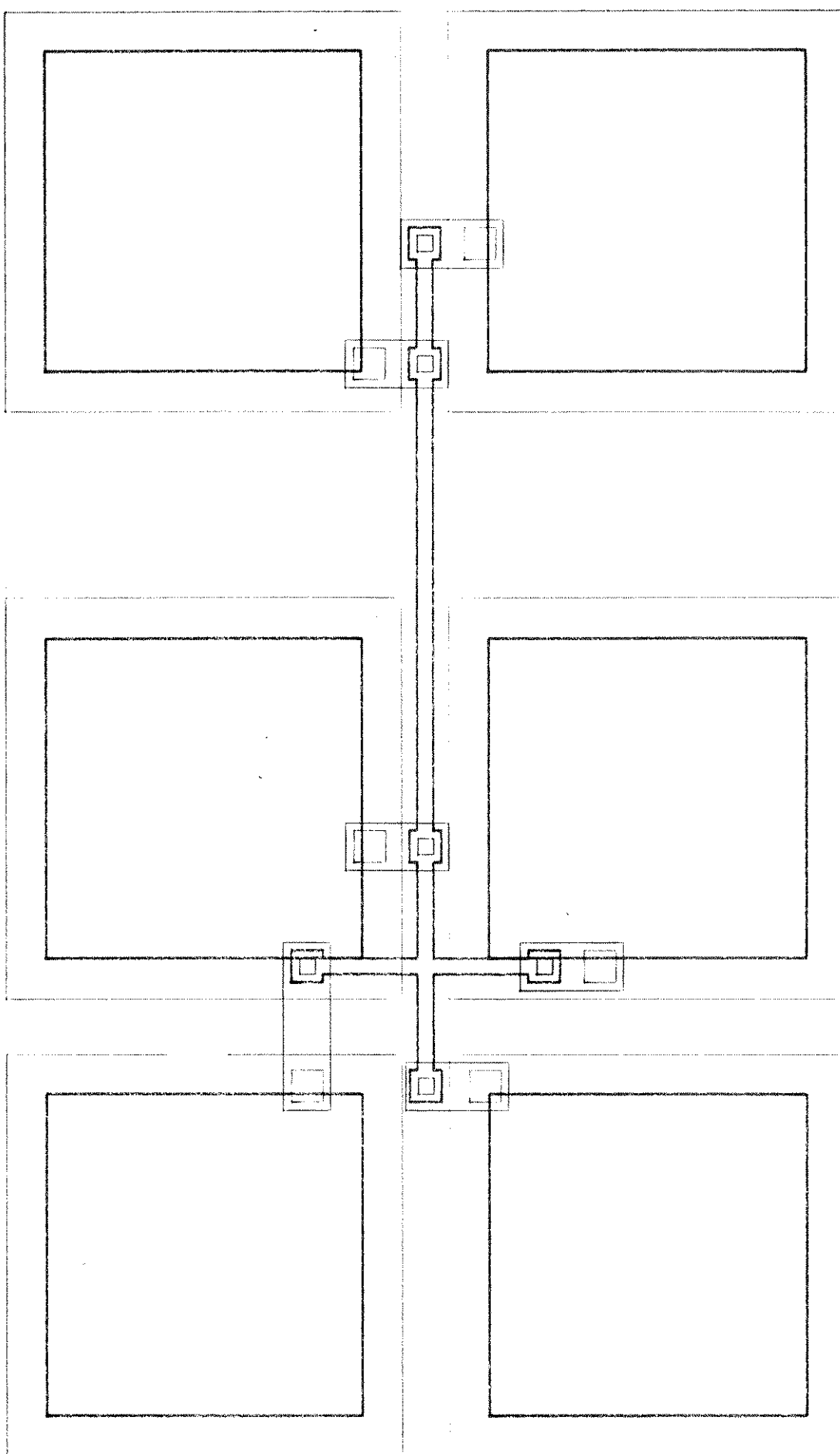


Figura 1.2.13. DIF - Estrutura Van der Pauw para avaliação da resistência de folha da camada de silício dopado.

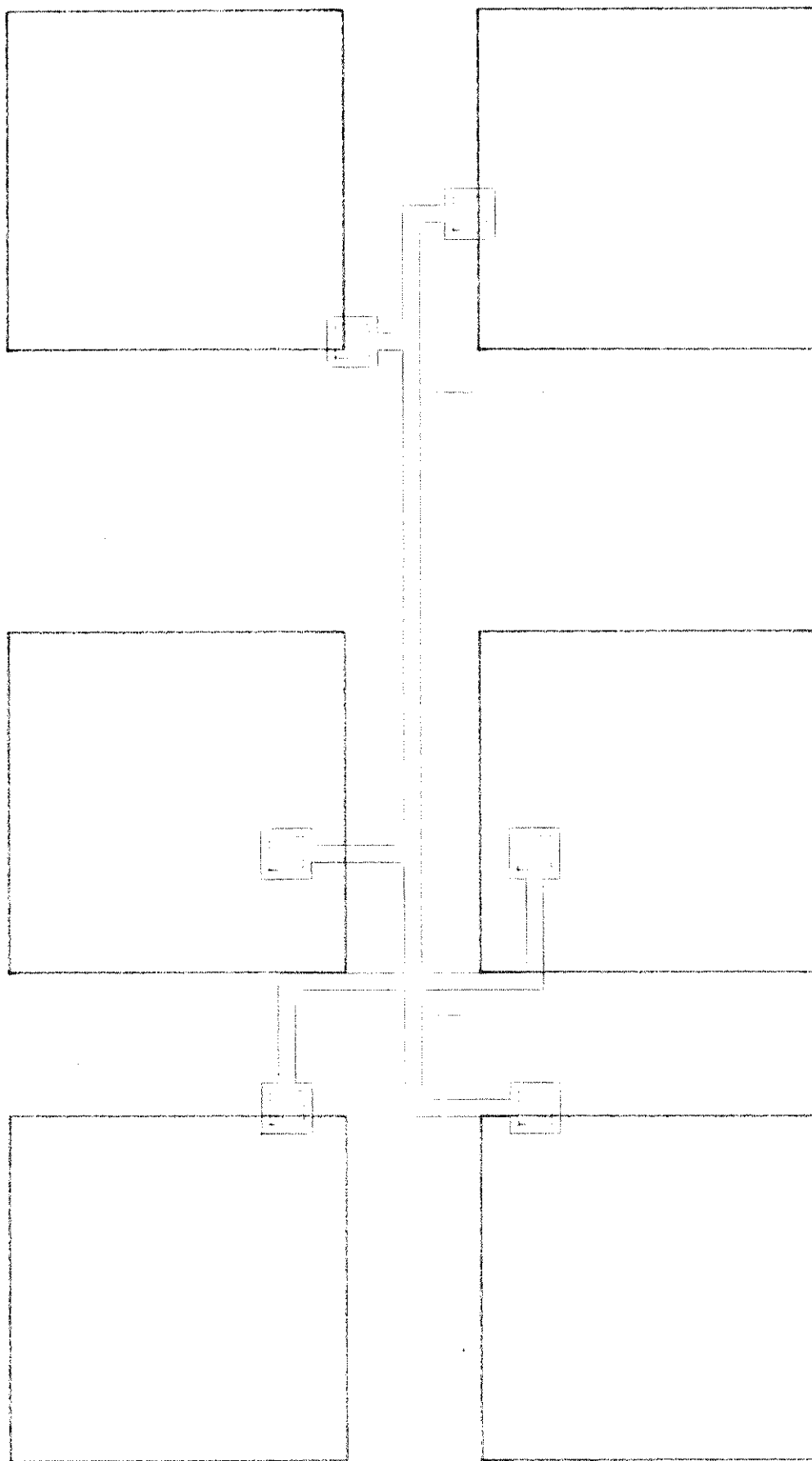


Figura 1.2.14. META- Estrutura Van der Pauw para avaliação da resistência de folha da camada de metal 1.

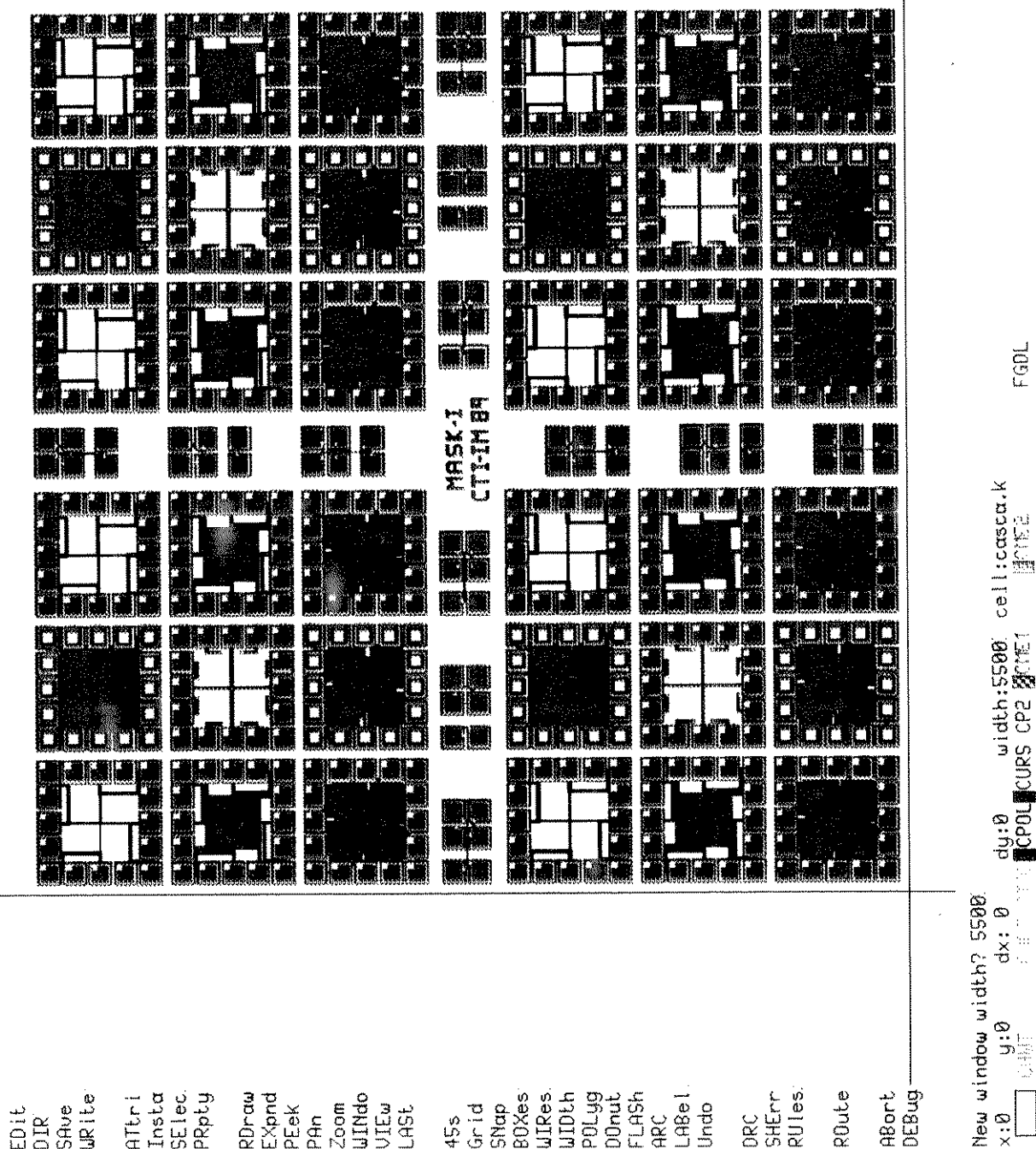


Figura 1.2.15. Subdivisão do circuito de teste em quadrantes e distribuição das estruturas de teste no interior do quadrante.

### 1.3 O processo de litografia por feixe eletrônico

A contínua busca por circuitos integrados mais complexos, baratos, velozes e de baixo consumo de energia tem levado ao desenvolvimento de técnicas de fabricação cada vez mais complexas e precisas. Dentre os processos de fabricação de um circuito integrado, aquele que mais tem sido pressionado na busca de novas soluções tecnológicas ou no desenvolvimento das soluções convencionais é o processo litográfico.

A litografia deve caminhar sempre à frente dos demais processos, de maneira a não se constituir em um fator limitante no desenvolvimento de novas tecnologias. Como a litografia é que define as dimensões geométricas dos dispositivos a serem fabricados, e como desempenho destes dispositivos é função destas dimensões, a litografia é, portanto, diretamente responsável pela evolução no desempenho dos circuitos integrados. Em outras palavras, a fabricação de memórias de 4 megabits não seria possível hoje, se não tivessem sido desenvolvidas técnicas litográficas que permitissem a definição de estruturas com dimensões submicrônicas.

Dentre estas técnicas destacam-se: O desenvolvimento de lentes com grande abertura numérica, que permitiu o avanço da litografia óptica convencional para dimensões abaixo de 1 micron.

O desenvolvimento dos equipamentos de litografia por feixe eletrônico, feixe iônico, laser e raio-x, que estenderam a fronteira da litografia permitindo já se possa pesquisar dispositivos com dimensões de centésimos de microns. Dentre estes equipamentos, o de litografia por feixe de elétrons tem sido utilizado na última década por quase a totalidade dos fabricantes de máscaras do mundo e por vários fabricantes de circuitos integrados devido a sua grande precisão, versatilidade e velocidade na geração de configurações, quando comparado aos sistemas de geração óptica.

O princípio básico de funcionamento de um equipamento de litografia por feixe eletrônico, consiste na quebra ou agregação das moléculas de um resiste, mudando localmente suas características, através de um feixe de elétrons focalizado, que é defletido e chaveado sob controle de um computador que processa informações correspondentes a configuração a ser escrita.

Um diagrama de blocos completo de um sistema de litografia por feixe eletrônico é mostrado na figura 1.3.1 [2].

Este sistema consiste de quatro subsistemas principais:

- 1) computador de controle do gerador de configurações e interfaces de entrada de dados.
- 2) subsistemas eletrônicos digital/analógico de controle da coluna.
- 3) coluna eletro-óptica.
- 4) sistemas de suporte de coluna eletro-óptica.

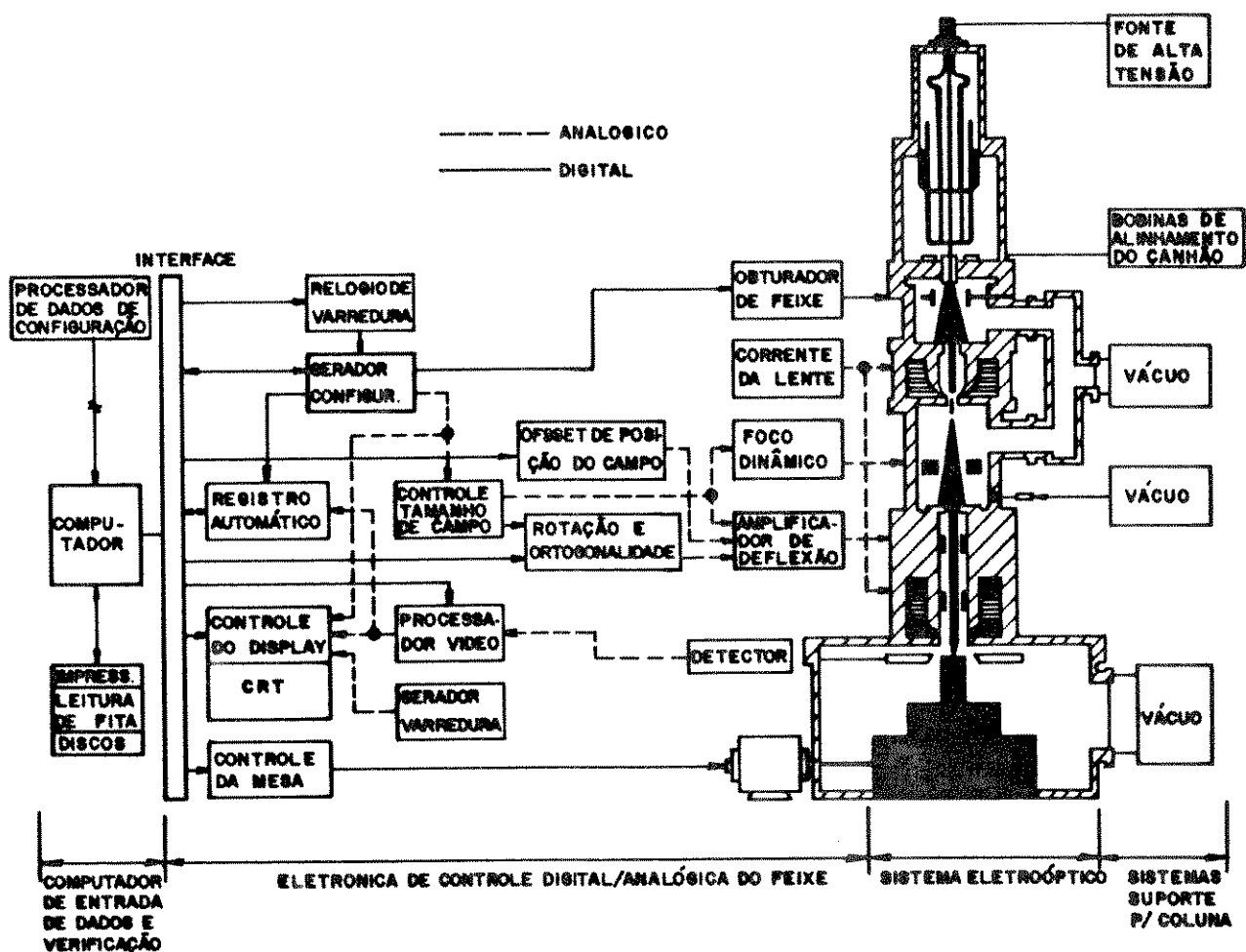


Figura 1.3.1 - Diagrama de blocos de um sistema de litografia por feixe eletrônico.



A unidade computacional de controle é usualmente dividida em dois computadores. O primeiro é responsável pelo recebimento dos dados referentes às configurações a serem escritas em um formato de entrada, e a conversão e o tratamento destes dados no formato próprio para a escrita. O segundo responsável pelo controle dos diversos parâmetros do sistema.

Os subsistemas eletrônicos de controle da coluna são as interfaces entre o computador de controle e a coluna eletro-óptica e fazem as funções de chaveamento, focalização e deflexão do feixe, movimentação da mesa posicionadora, detecção de elétrons secundários para detecção de marcas de alinhamento e de mapeamento de planicidade do substrato.

A coluna eletro-óptica é composta do sistema de geração de elétrons, sistema de focalização do feixe, aberturas para conformação e chaveamento do feixe e sistema de deflexão. Estes elementos podem ser arrançados de diferentes formas dependendo do tipo de feixe desejado. São três os tipos de feixe usualmente empregados em sistemas de litografia por feixe eletrônico com relação a sua secção transversal: redondo (perfil gaussiano), retangular fixo e retangular com dimensões variáveis. Os feixes de secção redonda são utilizados em sistemas de alta resolução e de baixa produção, os de secção retangular fixa são utilizados em sistemas de alta velocidade de escrita, mas por possuírem dimensões da ordem de cinco vezes o diâmetro do feixe redondo, a resolução obtida por este sistema é menor que a obtida pelo feixe redondo.

As colunas que empregam feixe com geometria retangular com dimensão variável, são as que possuem a maior velocidade de escrita combinada com alta resolução, apesar do aumento da complexidade imposta pelo sistema de conformação do feixe que é composto por um sistema de duas aberturas fixas e um sistema de deflexão.

Os sistemas de suporte são compostos pelo sistema de vácuo e fonte de alta tensão. O sistema de vácuo mantém as diversas regiões da coluna com pressões necessárias ao seu funcionamento, e possibilita ciclos de carga e descarga de substratos sem quebrar o vácuo da coluna. A fonte de alta tensão é responsável por fornecer a energia necessária para que os elétrons sensibilizem o resiste. São características destas fontes a faixa de operação de 1KV a 50KV e a alta estabilidade.

Os fatores que afetam diretamente a precisão e repetibilidade do equipamento de litografia por feixe eletrônico estão presentes em cada um dos subsistemas que o constituem.

O sistema emprega software para correções de erro associados com o processo de sensibilização do resiste, através de alterações na estrutura a ser escrita ou nos parâmetros de exposição do feixe. Aberrações do sistema de lentes eletro-ópticas de focalização e do sistema de deflexão são corrigidas através do mapeamento da área de deflexão do feixe e geração de função de correção para os elementos envolvidos. Sistema de medida interferométrico é utilizado para medir a posição real da mesa compensando assim a baixa precisão de posicionamento da mesa. A estabilidade de todos os sistemas mecânicos e eletrônicos é de vital importância pois deles dependem a repetibilidade do equipamento.

É necessário portanto uma caracterização do sistema de litografia com base na avaliação dos erros que afetam o seu funcionamento e que são um resultado dos diversos subsistemas envolvidos e das soluções tecnológicas empregadas em cada caso.

As magnitudes dos diversos erros inerentes do equipamento devem ser obtidas em diversas condições de operação para que se possa obter estratégias de operação que permitem maximizar a utilização do equipamento mesmo quando este é levado ao seu limite de precisão.

A caracterização do equipamento permite também a obtenção da sua "assinatura", ou seja, das características que lhe são peculiares e que possibilitam o acompanhamento do seu desempenho indicando possíveis deteriorações dos sistemas envolvidos, servindo portanto como referência quando da necessidade de manutenção ou calibração.

## 1.4 A largura da linha

### 1.4.1 O efeito de proximidade.

Efeito de proximidade é a influência mútua das cargas de elétrons depositadas em um resiste em estruturas vizinhas.[3]

Isto significa que a energia que é absorvida pelo resiste em um dado ponto depende da proximidade de exposições adjacentes. Esta energia é cedida pelos elétrons que ao penetrarem em um material sólido são espalhados pela interação com os átomos da estrutura deste material. Este espalhamento pode ser dividido em duas componentes principais: espalhamento dos elétrons incidentes (espalhamento direto) e o retroespalhamento ou espalhamento dos elétrons com trajetórias de sentido contrário à incidência do feixe que o originou.

A maioria dos elétrons é espalhada com ângulos menores do que  $90^\circ$  (incidentes) da sua direção original. Este efeito contribui para um pequeno aumento no diâmetro do feixe incidente. Alguns elétrons são desviados da direção do feixe incidente de um ângulo maior do que  $90^\circ$  (retroespalhados) tendendo a retornar à superfície do material. O espalhamento, portanto, faz com que o diâmetro efetivo do feixe de elétrons seja maior do que o originalmente esperado, limitando a mínima dimensão que se pode obter em uma estrutura exposta no resiste.

Conforme os elétrons penetram no material, eles vão sofrendo choques elásticos e inelásticos com a estrutura atômica deste material. Os choques elásticos resultam somente na mudança de direção dos elétrons, enquanto que as colisões inelásticas resultam em perda de energia. Portanto, um elétron incidente percorre uma trajetória por dentro do material até perder toda a sua energia resultante de choques inelásticos (que ocorrem tanto para elétrons incidentes como para retroespalhados), ou deixam o material como consequência de retroespalhamento.

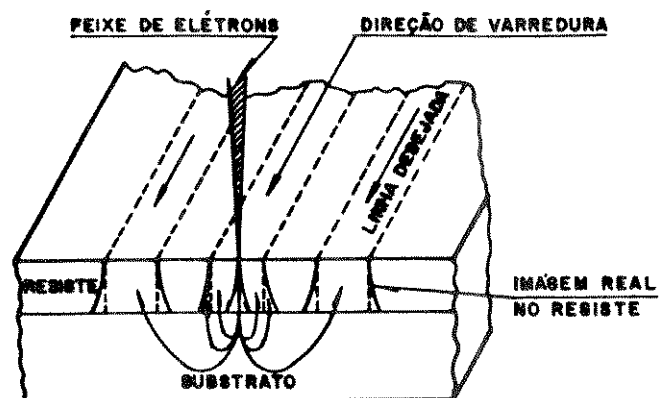


Figura 1.4.1.1 - Ilustração do efeito de espalhamento de elétrons incidentes na exposição de um substrato recoberto de resiste.

O efeito da incidência de um feixe de elétrons em um substrato recoberto de resiste está esquematicamente representado na fig.1.4.1.1. O efeito de aumento na largura de linha causado pelo espalhamento direto é notadamente menor do que a contribuição dos elétrons retroespalhados na largura de linha. Como os elétrons retroespalhados podem viajar distâncias relativamente grandes (alguns microns) dentro do sistema substrato/resiste, uma fração destes contribuem na exposição de configurações que estejam perto da estrutura que está sendo escrita.

O número total de elétrons retroespalhados é caracterizado pelo coeficiente  $\eta$  que é a razão entre o número de elétrons retroespalhados e o número de elétrons incidentes.

O valor de  $\eta$  para substratos recobertos de resiste pode ser calculado através do método de Monte Carlo. Resultados da aplicação deste método no cálculo de  $\eta$  são mostrados na tabela 1.4.1.1.

| Substrato    | Energia<br>Incidente<br>(KeV) | Espessura<br>do Resiste<br>PMMA (Å) | $\eta$ | RANGE<br>( $\mu\text{m}$ ) |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------|----------------------------|
| Silício Z=14 | 20                            | 4000                                | 0,182  | 4,8                        |
| Silício Z=14 | 10                            | 4000                                | 0,242  | 2,1                        |
| Silício Z=14 | 20                            | 10000                               | 0,213  | 4,8                        |
| Silício Z=14 | 25                            | 5000                                | 0,565  | 3,07*                      |
| Silício Z=14 | 40                            | 5000                                | 0,530  | 6,91*                      |
| Silício Z=14 | 50                            | 5000                                | 0,462  | 10,34*                     |
| Cobre Z=29   | 20                            | 4000                                | 0,332  | 1,6                        |
| Ouro Z=79    | 20                            | 4000                                | 0,538  | 1,1                        |

TABELA 1.4.1.1 Coeficientes de retroespalhamento para alguns materiais calculados pelo método de Monte Carlo.  
[4]

\* Dados obtidos da referência [10]

Comparando-se os valores desta tabela, conclui-se que quanto menor o número atômico do material do substrato menor o número de elétrons retroespalhados e conseqüentemente seus efeitos sobre a dimensão da estrutura a ser exposta.

Outro parâmetro importante na contribuição dos elétrons retroespalhados é a distância sobre a qual esta contribuição é significativa. Esta distância é caracterizada pelo range de Bethe que também está apresentado na tabela 1.4.1.1.

A função característica de espalhamento de elétrons foi modelada por Chang [5] como sendo a soma de duas funções gaussianas uma das quais associada com o espalhamento dos elétrons incidentes e a outra com o espalhamento dos elétrons retroespalhados. Outros investigadores têm usado outras funções para aproximar a função de espalhamento [6]. Gaussianas, entretanto, têm propriedades matemáticas que facilitam a convolução da função de espalhamento com o formato real do feixe incidente e permitem ainda a redução do tempo de computação no cálculo da energia total depositada em padrões com alta densidade de configuração, quando comparada com o método de Monte Carlo. Usando resultados obtidos através do método de Monte Carlo, Parikh e Kayser propuseram a seguinte formulação

$$c(r) = K[\exp(-r^2/\beta_i^2) + \eta_e (\beta_i^2/\beta_b^2) \exp(-r^2/\beta_b^2)]$$

[7].

(1.4.1.1)

onde  $\beta_i$  e  $\beta_b$  são os ranges de Bethe para os elétrons incidentes e retroespalhados respectivamente e  $\eta_e$  é a razão de contribuição energia total depositada no resiste devido aos elétrons retroespalhados quando comparada com os elétrons espalhados diretamente.

Como a função característica de espalhamento de elétrons como proposta por Chang, sob certas condições não se ajusta aos dados obtidos experimentalmente, foi proposto um modelo com múltiplas gaussianas [8].

$$\alpha(r) = \frac{J \tau}{\pi} \sum_{i=1}^n \frac{\eta_i}{\beta_i} \exp\left(-\frac{r^2}{\beta_i^2}\right)$$

(1.4.1.2)

onde  $r$  é a coordenada radial,  $J$  a densidade de corrente,  $\tau$  tempo de residência do feixe,  $n$  o número de gaussianas,  $\eta_i$  a energia relativa  $\left[ \sum_{i=1}^n \eta_i = 1 \right]$  e  $\beta_i$  o range da  $i$ -ésima componente, respectivamente.

Independente do modelo utilizado para representar o efeito do espalhamento dos elétrons, o resultado deste espalhamento em um sistema resiste/substrato pode ser calculado através da convolução da função característica pontual de espalhamento com a função que representa a figura geométrica a ser exposta [9].

$$E(x,y) = G(x,y) * F(x,y)$$

(1.4.1.3)

onde  $E(x,y)$  representa a exposição efetiva no resiste,  $G(x,y)$  a função que representa a figura geométrica a ser exposta e  $F(x,y)$  a função característica pontual de espalhamento.

Na figura 1.4.1.2 estão apresentadas quatro estruturas geométricas e seus gráficos que representam a energia depositada no resiste obtida por simulação de uma dupla gaussiana como função característica, em convolução com as funções representativas das estruturas geométricas [9].



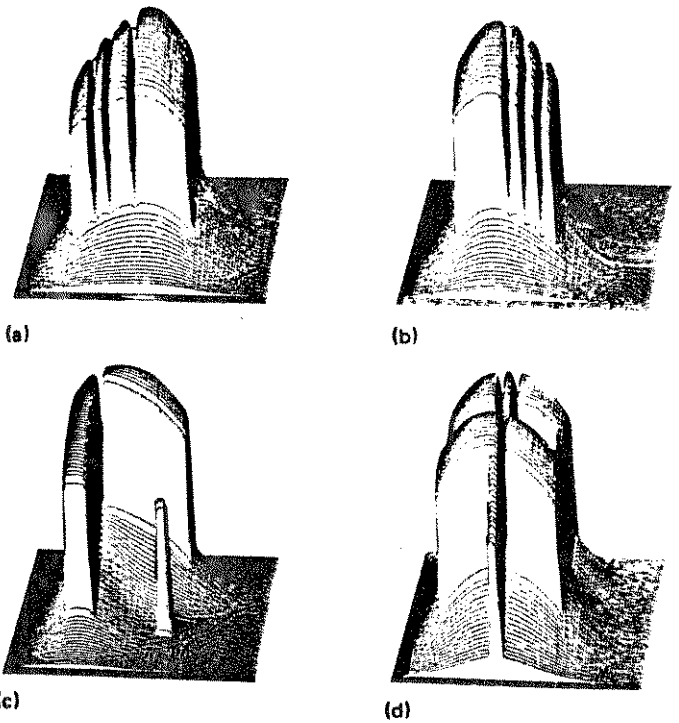
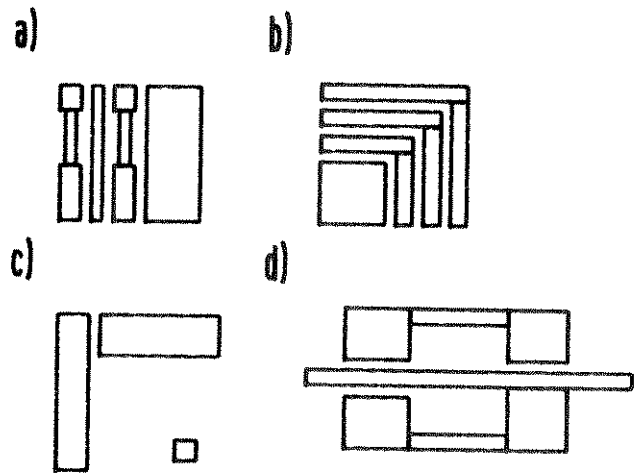


fig. 1.4.1.2

Figura 1.4.1.2 - Um exemplo de estruturas geométricas e seus respectivos gráficos de densidade de energia no resiste obtido através de simulação computacional

Os efeitos de proximidade causados pelo espalhamento dos elétrons são usualmente classificados como sendo de intraproximidade ou de interproximidade.

O efeito de intraproximidade é causado pela subexposição de estruturas estreitas e bordas isoladas devido ao espalhamento de elétrons para fora da área exposta.

O efeito de interproximidade é devido a sobreexposição de um dado elemento causado pela interação dos elétrons espalhados em estruturas próximas.

Tanto o efeito de interproximidade como o de intraproximidade contribuem para deterioração das dimensões de estruturas menores, que estejam dentro dos limites do range efetivo, esta é função do material do substrato, como já explicado, e também da energia dos elétrons. A figura 1.4.1.3. apresenta uma ilustração dos efeitos de interproximidade e intraproximidade.

Quanto maior a energia dos elétrons maior o range efetivo. Por exemplo, no silício estas distâncias são  $1,4\mu\text{m}$  e  $7\mu\text{m}$  para 10 e 25 KeV de energia do feixe respectivamente [4].

Como visto, o efeito de proximidade limita as dimensões de estruturas que podem ser escritas por um feixe eletrônico. Uma série de técnicas de correção de efeito de proximidade têm sido desenvolvidas buscando minimizar seus efeitos [10].

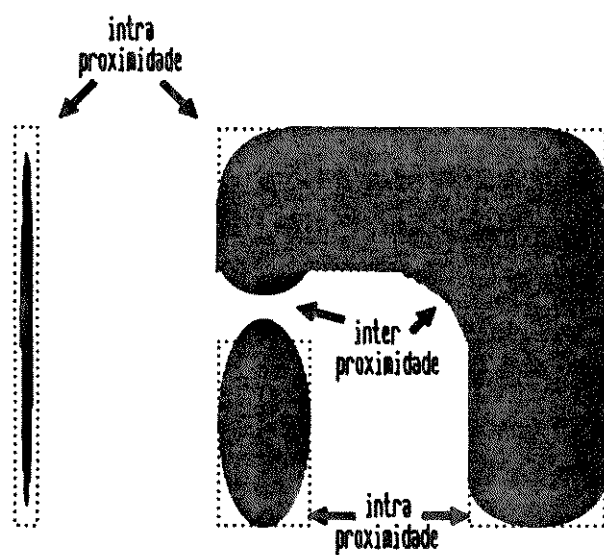


fig 1.4.1.3

Figura 1.4.1.3 - Ilustração esquemática dos efeitos de interproximidade e intraproximidade.

Chang [5] usou com sucesso funções medidas experimentalmente para correção de estruturas "bubble memory".

Parikh [7] desenvolveu um método de otimização individual para cada ponto de exposição em uma estrutura (SPECTRE).

Ckratshamer 1981/1982, Ahmed 1981/1982 e Kern 1982, propuseram um método de correção através do fraturamento da estrutura a ser escrita, em sub-estruturas com doses de exposição diferentes e otimizadas para cada sub-estrutura.

Stephani e T.H. Aachen (1981) utilizaram um processo multi-layer que consiste de duas camadas de resiste separadas por uma camada de  $\text{SiO}_2$ . Os elétrons são retroespalhados somente na segunda camada de resiste.

Fröschle (1977) e Owen/Rissman (1983) propuseram uma compensação através da deflexão circular defocada do feixe eletrônico (GHOST).

Haslam e McDonald (1987) utilizaram técnicas de deconvolução para obter um padrão de exposição "não-correto" cujo resultado da convolução com a função característica de espalhamento é a densidade de energia no resiste correspondente ao padrão original.

Otto e Griffith (1988) propõe a correção de proximidade através do particionamento e o cálculo da exposição de cada elemento baseado na posição do elemento com relação à borda da estrutura.

Cada método possui vantagens e desvantagens e são aplicáveis a equipamentos de litografia por feixe de elétrons específicos. Um parâmetro que serve como comparação entre os diversos métodos utilizados é o tempo de processamento computacional necessário para efetuar a correção. Este fator basicamente tem limitado aplicação dos mecanismos de correção em estruturas muito complexas e densas.

#### 1.4.2 Estruturas de teste para avaliação da correção do efeito de proximidade.

Como visto anteriormente o efeito de proximidade depende dos materiais envolvidos na trajetória dos elétrons, da energia dos elétrons incidentes e da geometria das configurações a serem escritas.

As estruturas de teste para avaliação do efeito de proximidade utilizam geometrias que favorecem o aparecimento deste efeito. Dimensões da ordem de grandeza do range de Bethe, combinações de grandes estruturas próximas de estruturas delgadas, cantos e bordas isoladas ou próximas de outras estruturas, são as combinações geométricas geralmente exploradas. A figura. 1.4.2.1 mostra estruturas comumente utilizadas.

Estruturas simples têm a vantagem da fácil visualização dos efeitos de inter e intraproximidade, mas não são eficientes em testar as estratégias de correção em condições extremas como as que normalmente são encontradas em circuitos de alta escala de integração.

Para a medida da variação da largura de linha induzida pelos efeitos de proximidade nas estruturas mostradas na Figura 1.4.2.1, é necessária a utilização de métodos de microscopia óptica ou eletrônica. Estes métodos têm demonstrado serem lentos, de difícil avaliação estatística, devido ao pequeno número de medidas normalmente utilizado, e também são limitados na precisão e repetibilidade.

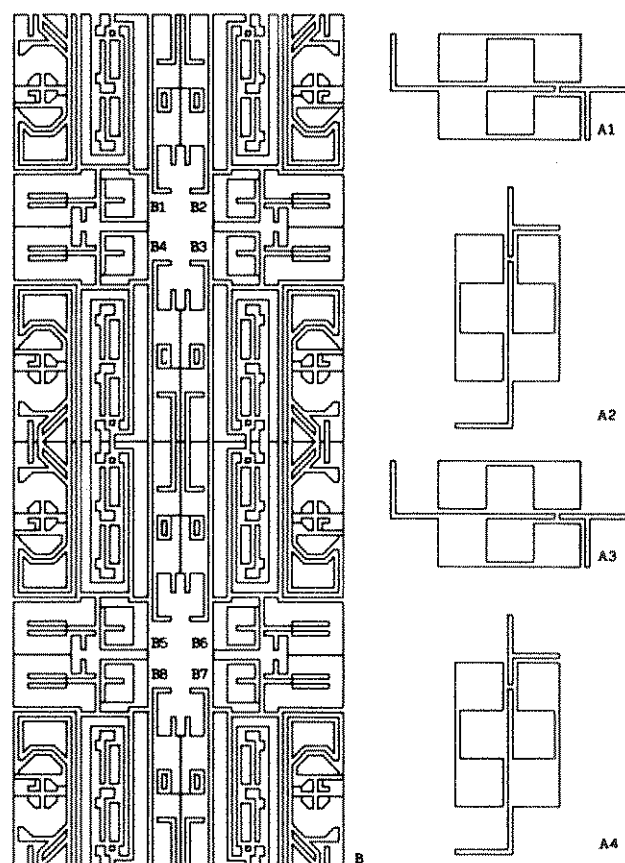


Figura 1.4.2.1 - Estruturas para avaliação do efeito de proximidade

Estruturas de teste elétrico para determinação da largura de linha podem ser utilizadas para medidas do efeito de proximidade em substratos condutores com vantagens sobre os métodos ópticos, devido à facilidade da automação, rapidez, reprodutividade e precisão dos sistemas de medida [12].

A largura de linha  $W$  obtida através da medida da resistência  $R$  de uma linha de condutor com uma resistência de folha  $R_s$  e um comprimento  $L$  e é expressa por:

$$W = R_s L \cdot \frac{1}{R} \quad (1.4.2.1)$$

Como o comprimento da linha é pouco sensível à variações, a precisão deste método de medida fica condicionada à precisão do método de obtenção da resistência de folha e da resistência da linha.

#### 1.4.3. Estruturas de teste para medida da largura de linha.

A largura de linha é um parâmetro normalmente usado para avaliar e controlar as etapas de fabricação de circuitos integrados. Como as geometrias dos dispositivos têm continuamente sido reduzidas na busca por circuitos mais rápidos, densos, baratos e de menor consumo, alguns dispositivos tornaram-se cada vez mais sensíveis à dimensões, como dispositivos MOS de canal curto.

As tendências atuais do mercado de circuitos integrados apontam na direção da fabricação de pequenas séries de circuitos, demandando pela flexibilidade dos processos de fabricação e conseqüentemente pela rapidez de ajustes de novos parâmetros de processo e do acompanhamento do processo de maneira a se obter rapidamente respostas às suas variações. Mecanismos de avaliação que permitam a verificação rápida do processo e com a precisão requerida pelas próprias dimensões envolvidas são fundamentais para a implantação destas novas estratégias de fabricação. Estruturas elétricas de avaliação de largura de linha se adaptam perfeitamente a estes requisitos por proporcionarem um método rápido, preciso e barato de avaliação de processo e equipamento.



#### 1.4.4 Método de Van Der Pauw para determinação da resistência de folha.

A resistência de folha de camadas condutoras pode ser obtida através de estruturas tipo ponte [13] ou estruturas Van der Pauw [14]. A estrutura tipo ponte mostrada na figura 1.4.4.1, é constituída de duas linhas de larguras diferentes  $W_1$  e  $W_2$ , de condutância  $G_1$  e  $G_2$  e comprimento  $L$ , a resistência de folha pode ser determinada pela equação:

$$R_s = \frac{1}{L} \frac{(W_1 - W_2)}{(G_1 - G_2)} \quad (1.4.4.1)$$

A validade deste método é baseado na afirmação de que a diferença  $(W_1 - W_2)$  é uma constante conhecida e que independe da largura de linha absoluta. Esta afirmação é verdadeira uma vez que as linhas foram produzidas identicamente por um mesmo sistema litográfico.

O valor da resistência de folha obtido por este método será dependente da uniformidade do filme na região definida pelas linhas.

A estrutura de Van der Pauw mostrada na figura 1.4.4.2, permite que se determine o valor da resistência de folha em áreas extremamente pequenas, independentemente das variações dimensionais associadas aos processos de litografia e ataque do material condutor que definirá a estrutura.

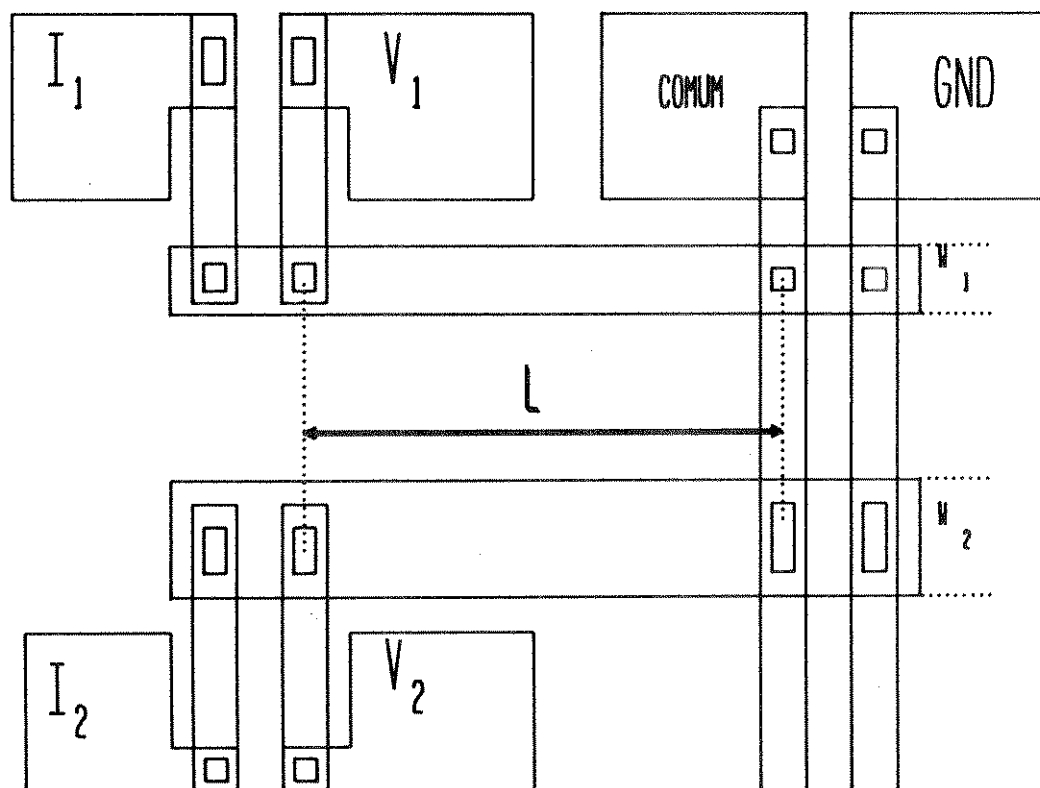


Figura 1.4.4.1 - Estrutura tipo ponte para determinação da resistência de folha.

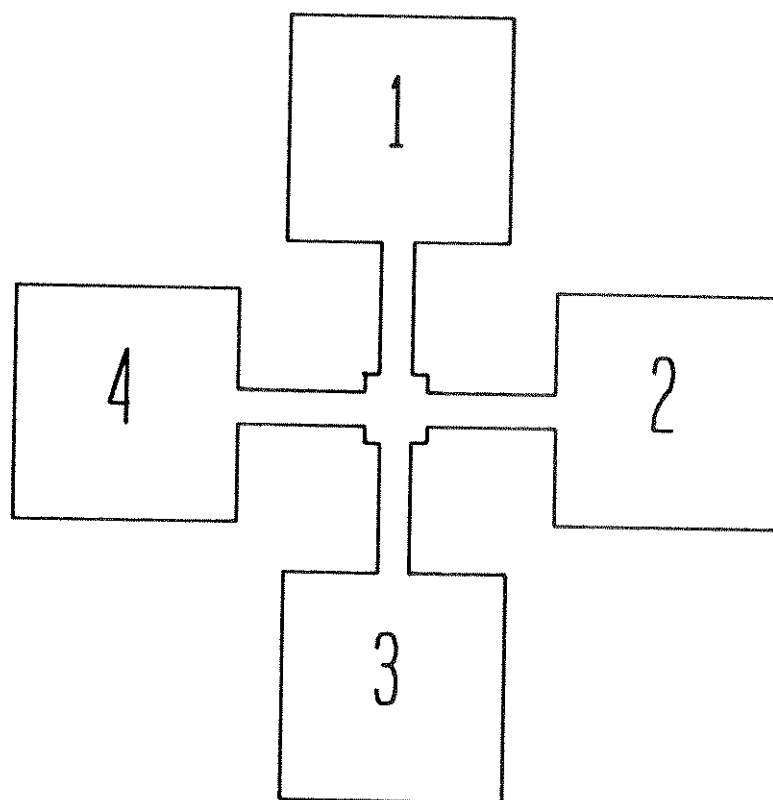


Figura 1.4.4.2 - Estrutura de Van der Pauw

A expressão para o cálculo de resistividade de folha utilizando-se a estrutura de Van der Pauw é dada por:

$$R_s = \frac{\pi}{2 \ln 2} \left[ \frac{V_{49}}{I_{12}} + \frac{V_{14}}{I_{29}} \right] \cdot f \left( \frac{V_{49}}{I_{12}} \cdot \frac{I_{29}}{V_{14}} \right) \quad (1.4.4.2)$$

$f \left( \frac{V_{49}}{I_{12}} \cdot \frac{I_{29}}{V_{14}} \right)$  é conhecida como função de Van der Pauw que está mostrada graficamente na figura 1.4.4.3.

Função de Van Der Pauw  
curva teórica

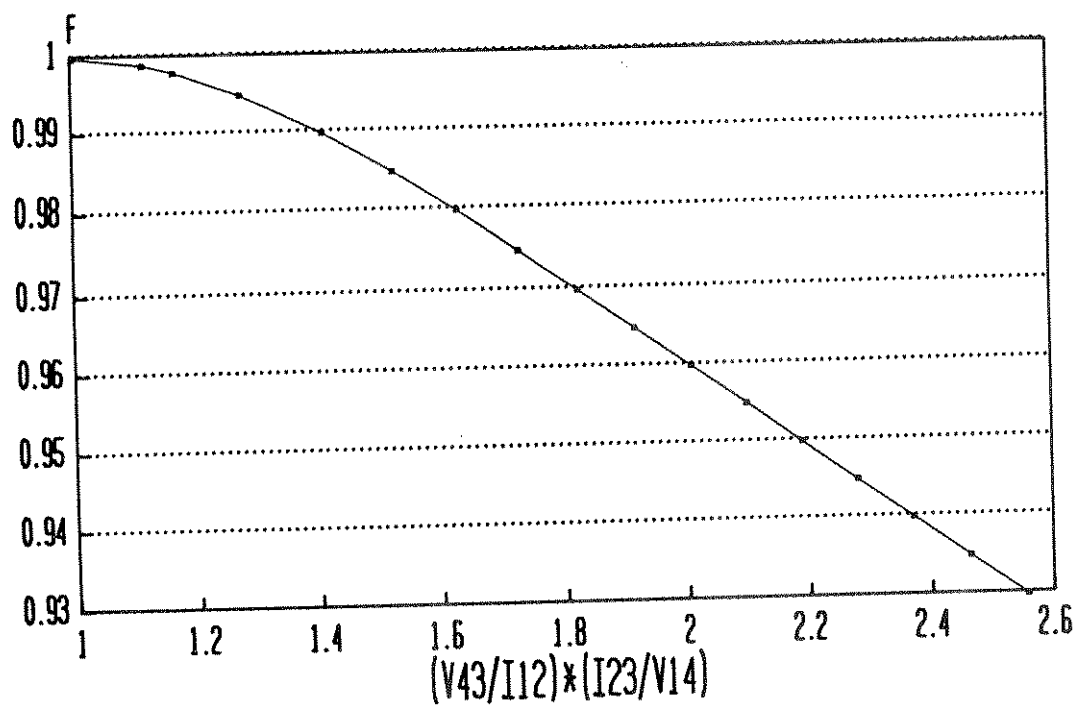


fig 1.4.4.3

Figura 1.4.4.3 - Gráfico da função de Van der Pauw

## 1.5 O overlay e o Registro

### 1.5.1. O erro de Overlay e o erro de Registro

Uma das principais aplicações dos equipamentos de escrita por feixe de elétrons é a de definição de etapas litográficas diretamente sobre substratos semicondutores, possibilitando a fabricação de dispositivos e circuitos integrados sem a utilização de máscaras litográficas.

O processo de escrita direta, como é conhecida esta técnica, só é possível devido a capacidade destes equipamentos em alinhar o nível que está sendo escrito, com os níveis anteriormente definidos e já processados. Na fabricação de circuitos integrados são normalmente empregados de 4 a 14 níveis de estruturas superpostas e com a constante tendência de diminuição das dimensões destas estruturas, precisões de alinhamento de  $0,05\mu\text{m}$  a  $0,20\mu\text{m}$  são necessárias.

Nos equipamentos de feixe de elétrons este nível de precisão é conseguido através da sua utilização no modo de microscópio eletrônico de varredura (SEM) para detecção de marcas de alinhamento gravadas previamente no substrato.

As marcas de alinhamento são simplesmente variações na topografia do substrato que mostram diferentes características de retroespalhamento de elétrons quando varridas por um feixe de elétrons.

Estas diferentes características de retroespalhamento podem ser causadas pela varredura do feixe sob uma marca feita de um material com número atômico muito diferente do substrato (Au sobre Si por exemplo) ou pela varredura de uma marca de alinhamento com uma borda acentuada. Este efeito é conhecido como contraste topológico e é resultante da dependência do coeficiente de retroespalhamento com o ângulo de incidência do feixe em relação ao substrato.

Estes elétrons retroespalhados são captados por um sensor, e transformados em um sinal de vídeo correspondente a marca. Este sinal é processado e resulta na determinação das coordenadas x e y da marca de alinhamento, que serão usadas como referência para posicionamento das estruturas a serem escritas. A detecção de um conjunto de marcas de alinhamento permite também a correção de erros de ampliação, ortogonalidade, translação e rotação causados pela distorção do substrato devido aos sucessivos processamentos físico-químicos e imprecisões no sistema mecânico de deslocamento do substrato. Normalmente dois esquemas de alinhamento são utilizados: global, que alinha o nível a ser escrito a um sistema de coordenada para todo o substrato e individual que alinha cada circuito a ser escrito em um sistema próprio de coordenadas. Para cada esquema de alinhamento são necessárias três marcas para a determinação dos componentes do erro de alinhamento.

Os equipamentos de escrita por feixe eletrônico possuem rotinas que permitem a detecção automática das marcas de alinhamento, tanto no modo global como individual e também as correções automáticas dos erros de ampliação, ortogonalidade, translação e rotação.

A diferença entre a posição das estruturas definidas em um nível anterior ao exposto, e a posição correspondente no sistema de coordenadas do nível atual, adicionado a resolução de posicionamento do sistema feixe/mesa, é conhecido como erro de registro que pode ser medido através do desalinhamento de duas estruturas superpostas, definidas no substrato em dois níveis diferentes de litografia.

O erro de registro difere do de overlay por representar o erro de alinhamento entre níveis gravados no substrato semicondutor, enquanto que o erro de overlay representa o erro de alinhamento entre níveis gravados na máscara. Basicamente o erro de registro é devido ao equipamento de escrita por feixe de elétrons enquanto que o erro de overlay, como dito, engloba os erros devidos ao equipamento de geração da máscara adicionados ao erro da máscara.

Quando o erro de registro é medido em um substrato semiconductor que foi gravado por litografia óptica através de equipamentos de alinhamento de máscara por contato ou proximidade, ou ainda por repetidoras de passo, o erro englobará o erro de overlay e ainda o erro do equipamento de alinhamento e o erro do operador.

Portanto por não incluir os erros de alinhamento devido ao operador e o erro da máscara, o erro de registro em substratos semicondutores gravados por litografia de feixe de elétrons é menor do que os encontrados em substratos gravados por litografia óptica. Pelo mesmo motivo, o erro de registro medido em lâminas produzidas por escrita direta por feixe eletrônico reflete a precisão do sistema de posicionamento do equipamento, do sistema de alinhamento automático, bem como da estratégia adotada na detecção das marcas de alinhamento e da eficiência do software de correção utilizado.

Por simplificação podemos generalizar a definição de erro de registro como sendo o erro de overlay medido diretamente sobre a lâmina.

Os métodos de medida empregados na avaliação do erro de overlay são basicamente os mesmos empregados na avaliação do erro de registro.

A medida da diferença da superposição de duas imagens correspondentes a dois níveis de máscara projetadas por um sistema óptico é o método normalmente empregado para medida do erro de overlay. Os equipamentos que utilizam este método requerem alta precisão de posicionamento de cada uma das máscaras o que é conseguido através da utilização de duas mesas posicionadoras de precisão suportadas por uma terceira mesa que permite o deslocamento em grandes extensões, proporcionando a possibilidade da medida do erro em vários pontos da máscara.



O processamento digital de imagens permite que a imagem de um nível de máscara seja armazenado para posterior comparação com a imagem de outro nível e os erros de posicinamento entre elas podem ser medidos e os resultados podem ser dados de maneira gráfica.

### 1.5.2 A avaliação do erro de overlay

Uma geração de circuitos integrados é geralmente caracterizada por sua regra de projeto, que é uma quantidade que descreve mais de um parâmetro de um produto. Quantitativamente a regra do projeto é idêntica a largura de linha mínima, ou seja, a menor geometria a ser gravada.

A regra do projeto implica não somente que as configurações podem ser gravadas com uma tolerância de largura de linha definida, mas também que elas devem estar precisamente situadas em posições pré-determinadas por configurações gravadas na lâmina de silício em um nível precedente. A coincidência estatística destas posições é chamada de sobreposição de um nível em relação ao outro, ou simplesmente superposição ou "overlay" [17].

O erro de superposição quantifica a dispersão do deslocamento dos elementos de uma configuração gravada em uma máscara. Estes deslocamentos podem variar continuamente ou descontinuadamente ao longo da área da máscara. Erros contínuos são deslocamentos de elementos da configuração que variam suavemente numa dada região. Estes erros podem ser causados por imperfeições no gerador de configurações (devido a erros de escalamento ou distorções das lentes eletromagnéticas e/ou varredura), ou eles podem ser introduzidos durante o processamento da máscara.

Erros descontínuos, são deslocamentos isolados dos elementos da configuração (causados por interferências eletromagnéticas ou vibrações mecânicas no gerador de configurações), ou deslocamentos relativos de toda uma região da máscara. Em equipamentos de feixe eletrônico erros descontínuos são devidos a erros de posicionamento do campo de escrita.

Os erros que afetam o overlay podem ser causados por imperfeições no equipamento, na máscara e como são cumulativos e independentes entre si, o valor do erro de overlay pode ser expresso por:

$$\varepsilon_{ov} = \sqrt{\varepsilon_E^2 + \varepsilon_M^2}$$

onde  $\varepsilon_{ov}$  = erro de overlay

$\varepsilon_E$  = erro do equipamento

$\varepsilon_M$  = erro da máscara

O erro da máscara está ligado diretamente ao erro induzido por variações dimensionais devido a variações de temperatura. Os materiais utilizados normalmente na fabricação de máscaras são: vidro borossilicato, "soda lime" e quartzo natural ou sintético. A tabela 1.5.2.1 apresenta os coeficientes de expansão térmica  $\alpha$  para estes materiais e o erro de máscara  $\varepsilon_M$  por grau de diferença entre a temperatura em que a máscara foi fabricada e a temperatura de utilização da máscara para uma máscara de 5".

| Material              | $\alpha$ ( $10^{-6}/K$ ) | $\varepsilon$ ( $\mu m/^{\circ}C$ ) |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Green soda lime       | 9.4                      | 1.19                                |
| White crown soda lime | 9.3                      | 1.18                                |
| Borossilicato         | 3.7                      | 0.47                                |
| Quartzo natural       | ~0.5                     | 0.06                                |
| Quartzo sintético     | 0.5                      | 0.06                                |

Tabela 1.5.2.1 Coeficientes de expansão térmica para vários materiais empregados na fabricação de máscaras.

### 1.5.3. Estruturas de teste para avaliação do erro de overlay.

Estruturas empregadas para avaliação do erro de overlay ou registro se subdividem em estruturas de avaliação óptica e estruturas de avaliação elétrica.

Estruturas de avaliação óptica consistem basicamente de verniers e de estruturas "box-within-a-box".

Estruturas tipo vernier podem ser empregadas para avaliação do erro de registro. Elas são constituídas de uma escala e um índice graduados. O deslocamento relativo entre a escala e o índice pode ser lido diretamente na graduação. Estas estruturas apresentam como vantagem a simplicidade e exigem somente a utilização de um microscópio óptico para a leitura dos verniers. Como desvantagens elas apresentam baixa resolução, normalmente metade da menor divisão que pode ser lida e que está restrita a menor dimensão que pode ser gravada pelo processo litográfico.

Estruturas "box-within-a-box" são formadas por dois quadrados de tamanhos diferentes gravados cada um em um nível de máscara, de maneira ao menor deles ficar circunscrito ao maior. O erro de overlay é medido utilizando-se um equipamento para medida de largura de linhas que mede a separação entre os dois quadrados, para cada lado dos quadrados. Se não existir erro de overlay, os quadrados serão concêntricos e as separações medidas apresentarão o mesmo valor.

Estruturas elétricas são empregadas para medida do erro de registro em substratos condutores. O procedimento normalmente empregado consiste de duas etapas, uma para cada nível a ser comparado. Na primeira etapa define-se a primeira parte da estrutura em substrato isolante recoberto com uma camada condutora empregando-se a primeira máscara, e na segunda etapa, através da segunda máscara, faz-se a deposição adicional de camada condutora para formação da estrutura de avaliação, ou faz-se a remoção de parte da estrutura previamente definida.

Um exemplo de estrutura de avaliação de erro de registro utilizando-se método de deposição adicional de camada condutora é mostrado na figura 1.5.3.1, que emprega a variação da resistência em função da posição dos contatos em uma estrutura Van Der Pauw.[18].

Um exemplo de estrutura de avaliação do erro de registro pelo método da remoção da camada condutora é mostrado na figura 1.5.3.2. Este procedimento define linhas condutora cujas larguras são função do alinhamento entre os dois níveis de máscara, conseqüentemente as resistências destas linhas são função do erro de registro.

A utilização de uma ou de outra solução depende do processo disponível e da precisão requerida.

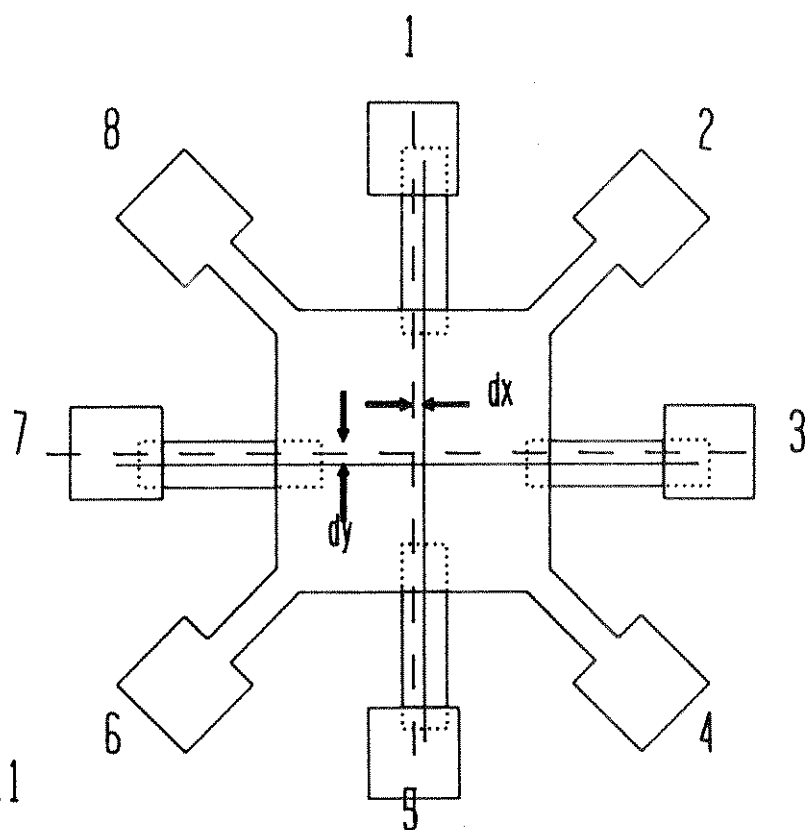


fig 1.5.3.1

Figura 1.5.3.1 Estrutura de avaliação de erro de registro utilizando-se método de deposição adicional de camada condutora

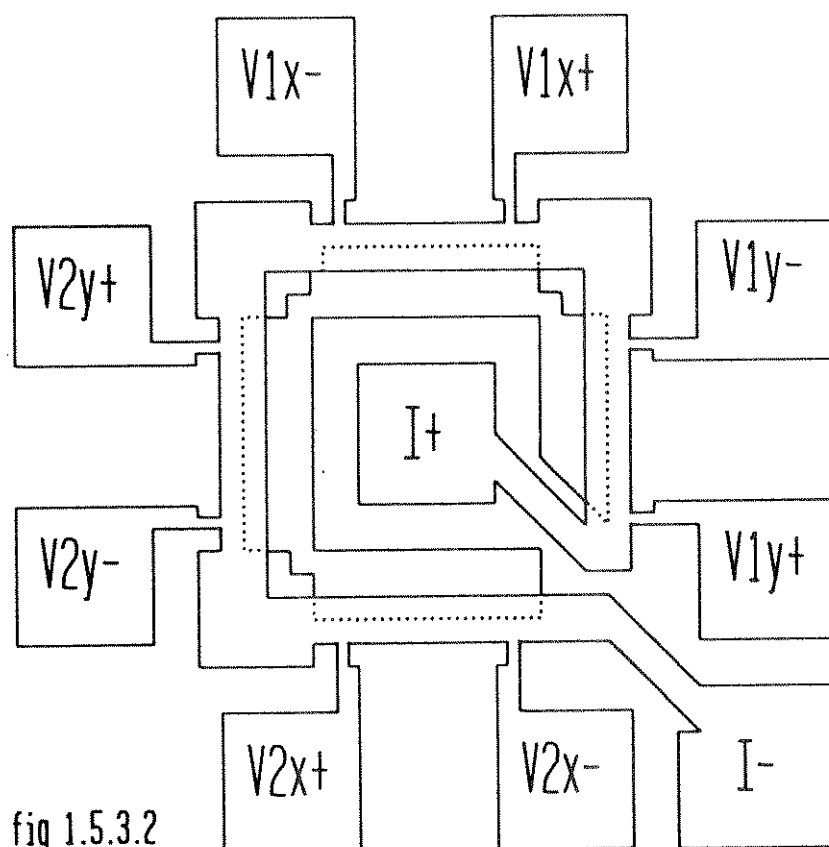


Figura 1.5.3.2 Estrutura de avaliação do erro de registro pelo método da remoção da camada condutora

## 1.6 A densidade de defeitos

O efeito da contaminação em dispositivos de alta integração frequentemente leva a um desvio na performance elétrica destes dispositivos. Um condutor em curto ou interrompido pode significar a falha de um componente, sendo fatal para o circuito integrado como um todo.

Defeitos presentes em uma máscara, grandes o suficiente para serem resolvidos pelo processo fotolitográfico, serão transferidos para a lâmina e causam defeitos de funcionamento nos dispositivos.

Alguns destes defeitos podem ser fatais. Defeitos adicionais serão gerados durante as etapas de litografia usadas para transferir as geometrias presentes na máscara. Do total de etapas de processo necessárias para a fabricação de circuitos integrados, as várias etapas litográficas exibem o rendimento mais baixo. Se considerarmos o rendimento de todas as etapas litográficas juntas, podemos concluir que a etapa litográfica é dominante na determinação do rendimento do processo de fabricação. A densidade de defeitos na máscara é um fator extremamente importante nos processos de produção em microeletrônica.

A densidade de defeitos e o rendimento podem ser relacionados através do modelo proposto por Murphy [19].



## Modelo de rendimento de Murphy

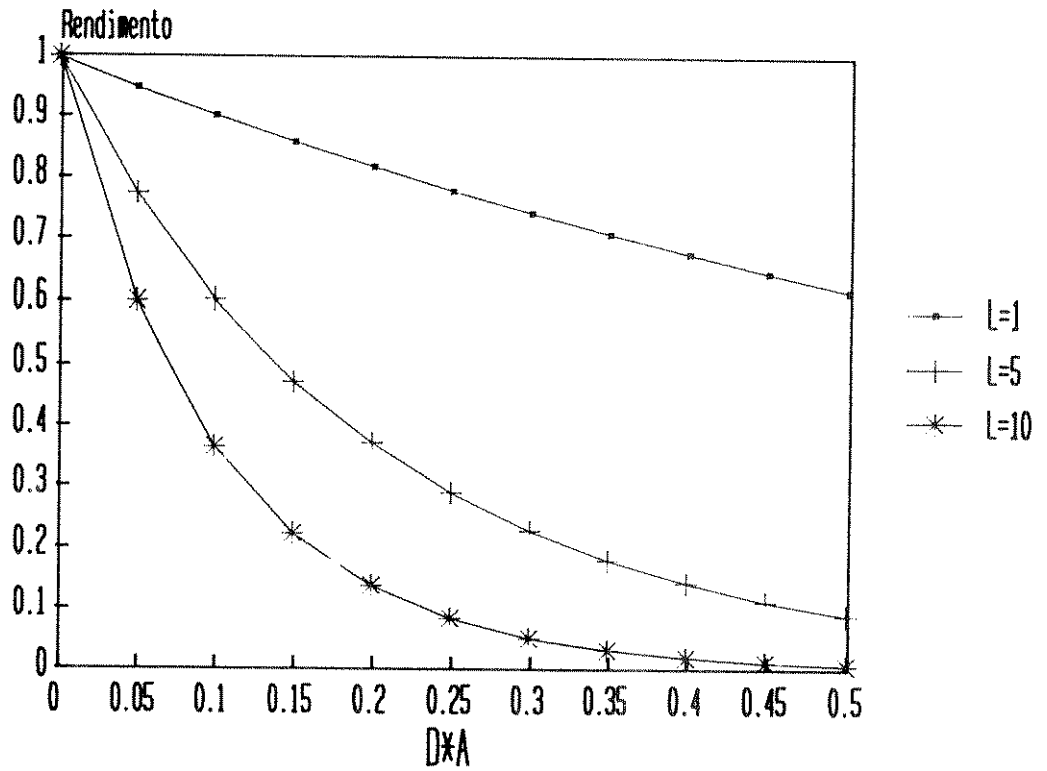


fig. 1.6.1

Figura 1.6.1 Representação gráfica do modelo do rendimento proposto por Murphy.

Este modelo permite prever o rendimento cumulativo de um processo de L níveis de máscaras. A figura 1.6.1 mostra o modelo proposto por Murphy representado graficamente e parametrizado em função do número de níveis de máscaras onde  $x = D * A$ , sendo D a densidade de defeitos por nível, e para simplificação todos os níveis possuem a mesma densidade de defeitos, e A a área do circuito integrado. Podemos notar da figura 1.6.1., que o rendimento decresce rapidamente com o aumento do número de máscaras, para um dado valor fixo de X. Num processo CMOS que apresenta de 10 a 14 níveis de máscaras, a densidade de defeitos em cada etapa litográfica é um parâmetro muito importante na determinação do rendimento final do produto.

Com a utilização da escrita direta por feixe eletrônico como etapa litográfica, elimina-se a porção de redução do rendimento devido a máscara, tornando-se os defeitos introduzidos por contaminação e manuseio durante as etapas de deposição do eletroresiste e no posterior processamento pós exposição, os determinantes na redução do rendimento final do produto.

Apesar de existirem excelentes ferramentas de detecção de partículas tais como contadores de partícula do ar, em líquidos e na superfície da lâmina, deve-se procurar por métodos de primeira ordem que possibilitem acessar os efeitos da contaminação na funcionabilidade elétrica e consequentemente no rendimento.

As estruturas elétricas podem ser utilizadas na detecção de defeitos que alterem suas propriedades. A condutância é uma propriedade que pode ser explorada na detecção de defeitos fatais, pois estes se manifestam principalmente pela interrupção de uma trilha condutora ou pelo curto-circuito entre duas trilhas condutoras adjacentes. Estruturas elétricas que possibilitem a detecção de defeitos fatais são de fundamental importância na engenharia de processo para a localização das fontes de contaminação, bem como das etapas de processo mais sujeitas a ocorrência de defeitos.

## CAPÍTULO 2

### A LARGURA DE LINHA E O DESEMPENHO DO PROCESSO DE LITROGRAFIA

#### 2.1 Estruturas de resistência tipo ponte

Um resistor tipo ponte é composto por uma linha condutora de largura  $W$  onde se faz quatro contatos, dois externos onde é forçada uma corrente  $I$ , e dois internos onde o potencial  $V$  é medido, fig.2.1.1. Sendo  $L$  a distância centro a centro dos contatos internos, pode-se calcular a largura de linha pela seguinte expressão:

$$W = R_s \cdot L \cdot \frac{I}{V} \quad (2.1.1)$$

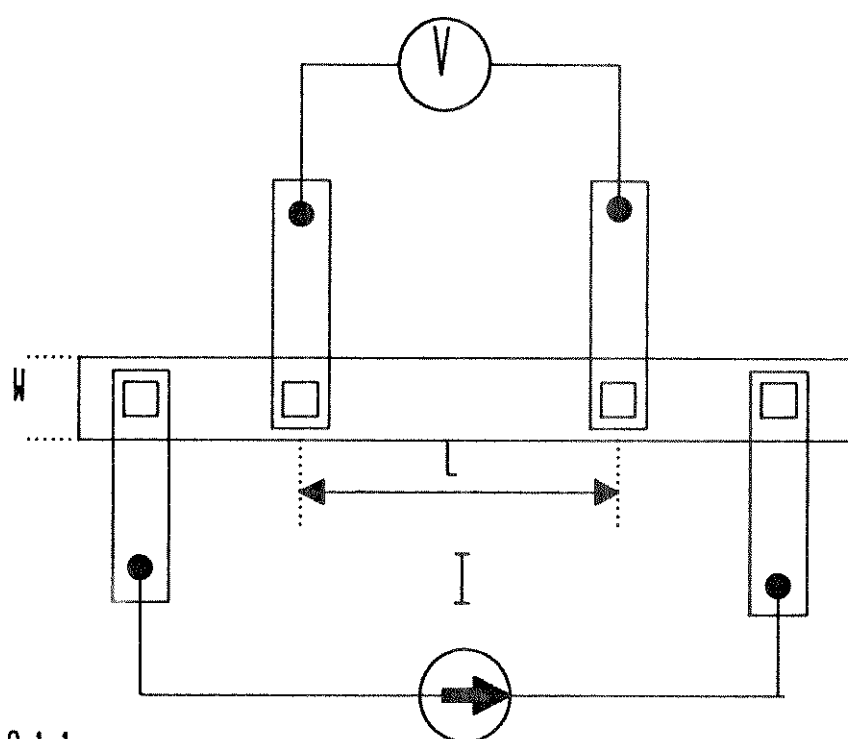


fig. 2.1.1

Figura 2.1.1 - Resistor tipo ponte utilizado para determinação da largura de linha.

## 2.2 Estrutura de teste proposta

A largura de linha é um parâmetro que é comumente empregado para avaliar e controlar as etapas de processo de fabricação de circuitos integrados, pois está diretamente associada ao desempenho destes circuitos tanto do ponto de vista das características elétricas, tais como frequência de operação, potência consumida e etc., como também das características geométricas como quantidade de dispositivos integráveis por unidade de área. Portanto métodos precisos e rápidos de avaliação da largura de linha são de vital importância para a depuração de processos de fabricação.

Dentre os muitos fatores de processo que afetam a largura de linha, os processos litográficos, que definem a largura de linha ou dimensão crítica, são os mais importantes.

Atualmente os processos litográficos limitam a mínima dimensão a ser escrita no circuito integrado. Novas técnicas tais como litografia de Raio-X, feixe eletrônico, ultravioleta profundo e litografia por feixe iões, têm sido utilizadas na busca de dimensões cada vez menores.

Estruturas que possam avaliar o desempenho tanto dos equipamentos quanto dos processos litográficos podem ser de grande ajuda na evolução das técnicas de litografia.

A estrutura de teste proposta, apresentada na figura 2.2.1, consiste basicamente de uma estrutura de Van der Pauw, associada a estruturas tipo ponte. Cada braço da cruz que caracteriza a estrutura Van der Pauw forma um resistor tipo ponte. O conjunto de braços na direção X contém dois resistores em ponte com larguras de linha  $W_1$  e  $W_2$ . O mesmo acontece para os braços na direção Y.



Com esta estrutura é possível obtermos a resistência de folha  $R_s$  da camada onde está gravada a estrutura, diretamente na região onde está sendo avaliada a largura de linha. O valor da resistência de folha será dada por:

$$R_s = \frac{\pi}{\ln 2} \left( \frac{R_{86,24} + R_{28,46}}{2} \right) f \left( \frac{R_{86,24}}{R_{28,46}} \right) \quad (2.2.1)$$

$$\text{onde } R_{86,24} = \frac{V_{86}}{I_{24}} \quad \text{e} \quad R_{28,46} = \frac{V_{28}}{I_{46}}$$

As larguras de linha podem ser calculadas segundo a seguinte expressão:

No eixo X,

$$W_{1x} = R_s L_1 \frac{I_{84}}{V_{12}} \quad (2.2.2)$$

$$W_{2x} = R_s L_2 \frac{I_{84}}{V_{65}} \quad (2.2.3)$$

no eixo y,

$$W_{1y} = R_s L_1 \frac{I_{26}}{V_{54}} \quad (2.2.4)$$

$$W_{2y} = R_s L_2 \frac{I_{26}}{V_{87}} \quad (2.2.5)$$

Os valores nominais das larguras de linha obtidas permitem avaliar primeiramente se o conjunto de fatores, equipamentos, processo litográfico e processo de ataque, obedecem às especificações previstas para este processo, produzindo larguras de linha com as dimensões definidas no projeto.

A diferença nas larguras de linha causada pelo equipamento litográfico pode ser avaliada nas direções x e y, podendo-se deduzir deste valores se existe distorções nos sistemas de geração de configurações.

Outra informação importante pode ser extraída da estrutura proposta, a variação da largura de linha induzida pelo processo em cada direção.

A expressão que possibilita o cálculo desta variação é derivada de expressão para resistor em ponte [15].

Se  $\Delta W$  é a variação induzida pelo processo e  $R_1$  e  $R_2$  as resistências para cada largura de linha, então:

$$R_o = \frac{W_1 + \Delta W}{L_1} \cdot R_1 \quad (2.2.6)$$

$$R_o = \frac{W_2 + \Delta W}{L_2} \cdot R_2 \quad (2.2.7)$$

portanto,

$$\Delta W = \frac{W_1 R_2 L_2 - W_2 R_1 L_1}{L_1 R_2 - L_2 R_1} \quad (2.2.8)$$

A estrutura proposta permite a avaliação de  $\Delta W$  na direção x e na direção y.



### 2.3 O erro do método de medida da largura de linha nas estruturas de testes elétricos

Como visto, o método de determinação de larguras de linha através de testes elétricos utiliza dois procedimentos distintos, a determinação da resistência de folha do filme condutor através de estruturas tipo Van der Pauw, e a determinação da largura de linha propriamente através de estruturas em ponte.

As medidas da resistência de folha pelo método de Van der Pauw possuem um erro inerente que pode ser estimado da figura 2.3.1 [16].

Para a estrutura proposta, as razões entre a largura de linha  $w$  e o tamanho do braço da cruz  $A$  são de 15 para  $w_1$  e 30  $w_2$ . Portanto o erro normalizado estimado da curva da figura 2.4.1 pode ser considerado desprezível.

## Erro normalizado de $R_s$ Estrutura de Van Der Pauw

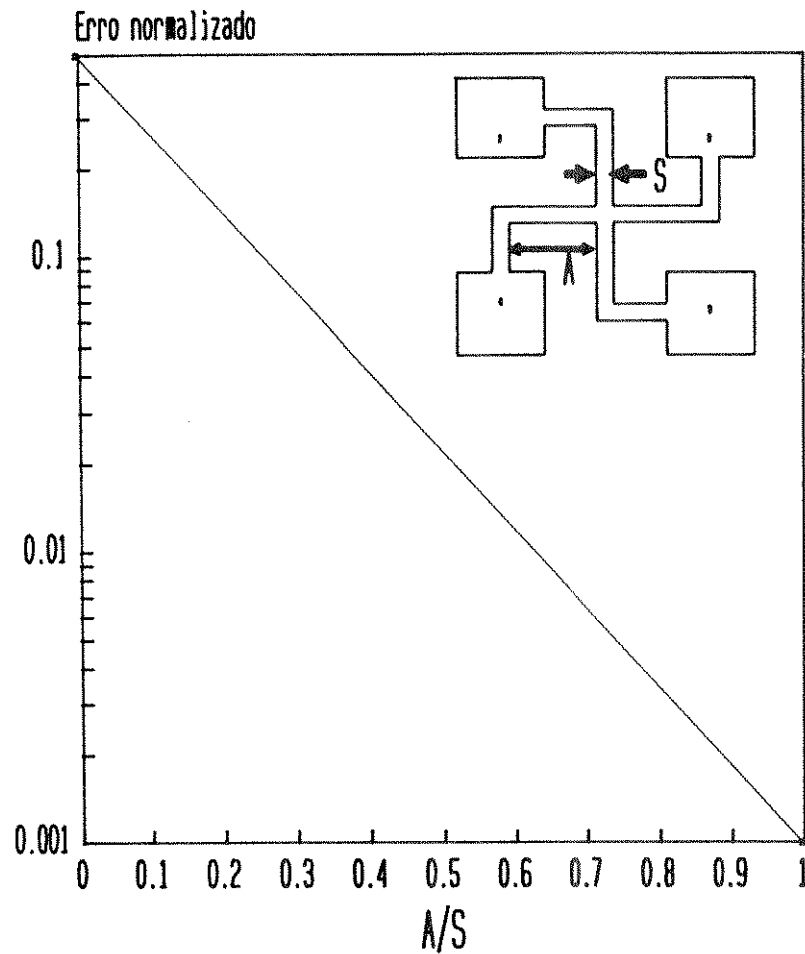


fig. 2.3.1

Figura 2.3.1 - Erro normalizado da resistência de folha devido ao comprimento do braço de contato para estrutura cruz grega.

Além do erro inerente à estrutura de Van der Pauw, existe o erro resultante do processo de medida de tensão e da corrente que é forçada na estrutura. Supondo-se que o erro de medida da fonte de corrente seja  $\sigma I$  e erro do medidor de tensão  $\sigma V$ , o erro da medida da resistência de folha pode ser calculado, sendo a resistência expressa pela equação abaixo:

$$R_s = \frac{\pi}{2 \ln 2} \left[ \frac{V_1}{I_1} + \frac{V_2}{I_2} \right] \quad (2.3.1)$$

o erro total será expresso por:

$$\sigma_{R_s} = \sqrt{\sigma_{(V_1/I_1)}^2 + \sigma_{(V_2/I_2)}^2} \quad (2.3.2)$$

o erro do cálculo de  $V/I$  é:

$$\sigma_{(V/I)} = \frac{V}{I} \sqrt{\frac{\sigma^2 V}{V^2} + \frac{\sigma^2 I}{I^2}} \quad (2.3.3)$$

substituindo-se:

$$\sigma_{R_s} = \sqrt{\left[ \left( \frac{V_1}{I_1} \right)^2 \left( \frac{\sigma^2 V_1}{V_1^2} + \frac{\sigma^2 I_1}{I_1^2} \right) + \left( \frac{V_2}{I_2} \right)^2 \left( \frac{\sigma^2 V_2}{V_2^2} + \frac{\sigma^2 I_2}{I_2^2} \right) \right]} \quad (2.3.4)$$

Como a fonte de corrente e o medidor de tensão são os mesmos e as tensões  $V_1$  e  $V_2$  apresentam valores muito próximos, se a corrente injetada for  $I = I_1 = I_2$ , podemos reduzir a equação do erro para:

$$\sigma_{R_s} = \sqrt{2} \cdot \frac{V}{I} \sqrt{\left[ \left( \frac{\sigma_V}{V} \right)^2 + \left( \frac{\sigma_I}{I} \right)^2 \right]} \quad (2.3.5)$$

Utilizando-se ainda as considerações acima e a inigualdade:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_v}{v}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_I}{I}\right)^2} < \frac{\sigma_v}{v} + \frac{\sigma_I}{I} \quad (2.3.6)$$

que dá resultados conservativos, isto é com erro em excesso, e substituindo na equação de  $R_s$ , obtemos:

$$R_s = \frac{\pi}{\ln 2} \cdot \frac{V}{I} \longrightarrow \frac{V}{I} = \frac{R_s \cdot \ln 2}{\pi} \quad (2.3.7)$$

$$\sigma_{R_s} = \frac{\sqrt{2} \ln 2}{\pi} \cdot R_s \cdot \sqrt{\left(\frac{\sigma_v^2}{v}\right) + \left(\frac{\sigma_I^2}{I}\right)} \quad (2.3.8)$$

$$\frac{\sigma_{R_s}}{R_s} < \frac{\sqrt{2} \ln 2}{\pi} \left( \frac{\sigma_v}{v} + \frac{\sigma_I}{I} \right) \quad (2.3.9)$$

ou seja

$$\frac{\sigma_{R_s}}{R_s} < 0,31 \left( \frac{\sigma_v}{v} + \frac{\sigma_I}{I} \right) \quad (2.3.10)$$

O erro relativo da medida de resistência de folha utilizando-se teste elétrico é menor que trinta por cento da soma dos erros relativos da medida de corrente e de medida de tensão.

Supondo-se que numa medida de resistência de folha utiliza-se um voltímetro com resolução de  $1\mu V$  medindo tensões de  $20mV$  e uma fonte de corrente de  $5mA$  com uma resolução de  $1\mu A$  obtem-se :

$$\frac{\sigma_{R_s}}{R_s} < 0,31 \left[ \frac{1 \times 10^{-6}}{20 \times 10^{-9}} + \frac{1 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-9}} \right] \quad (2.3.11)$$

$$\frac{\sigma_{R_s}}{R_s} < 7,7 \times 10^{-6} \quad (2.3.12)$$

ou ainda

$$\sigma_{R_s} < 7,7 \times 10^{-6} \times R_s \quad (2.3.13)$$

$$\sigma_{R_s} < 1,36 \times 10^{-4} \quad (2.3.14)$$

O erro da determinação da largura de linha utilizando estruturas em ponte pode ser derivado da expressão para o cálculo da largura de linha.

$$W = R_s \cdot L \cdot \frac{I}{V} \quad (2.3.15)$$

$$\frac{\sigma W}{W} = \sqrt{\left[ \frac{\sigma R_s}{R_s} \right]^2 + \left[ \frac{\sigma L}{L} \right]^2 + \left[ \frac{\sigma I}{I} \right]^2 + \left[ \frac{\sigma V}{V} \right]^2} \quad (2.3.16)$$

utilizando-se as considerações mencionadas no cálculo do erro relativo da medida de resistência de folha podemos estimar:

$$\left[ \frac{\sigma W}{W} \right]^2 = \left[ 7,7 \times 10^{-6} \right]^2 + \left[ 2 \times 10^{-4} \right]^2 + \left[ 5 \times 10^{-5} \right]^2 + \left[ \frac{\sigma L}{L} \right]^2 \quad (2.3.17)$$

$$\left[ \frac{\sigma W}{W} \right]^2 = 4,3 \times 10^{-8} + \left[ \frac{\sigma L}{L} \right]^2 \quad (2.3.18)$$

## 2.4 Os procedimentos das medidas de resistência de folha e análise dos resultados obtidos.

O valor da largura de linha em estruturas tipo ponte é expressa por:

$$W = R_s \cdot L \cdot \frac{I}{V}$$

Portanto para a obtenção da largura de linha é necessário medirmos a resistência de folha.

O valor da resistência de folha foi medido nas camadas de polissilício, metal 1 e difusão através de estruturas Van Der Pauw convencionais, e as resistências de folha do polissilício e do metal 1 também foram medidas nas estruturas propostas.

A resistência de folha foi obtida na estrutura proposta e nas estruturas Van Der Pauw através da média das resistências medidas nos dois esquemas mostrados na figura 2.4.1.

Para a obtenção da resistência de folha foi utilizado um equipamento HP 4145B "Semiconductor Parameter" e dois Multímetros HP 3478. O HP4145B é um equipamento que possui um conjunto de quatro fontes/monitores programáveis (SMU's) que podem ser configuradas como fonte de corrente/monitor de tensão ou fonte de tensão/monitor de corrente. Adicionalmente possui dois monitores de tensão (SM's) e duas fontes de tensão (VM's) independentes.

Estes equipamentos foram configurados conforme a figura 2.4.2. Esta montagem permitiu que se fizesse a medida da resistência de folha na estrutura de Van de Pauw formada no cruzamento das linhas no centro da estrutura, obtendo-se a troca de posições da fonte de corrente e medidor de tensão pela programação do equipamento HP4145B.

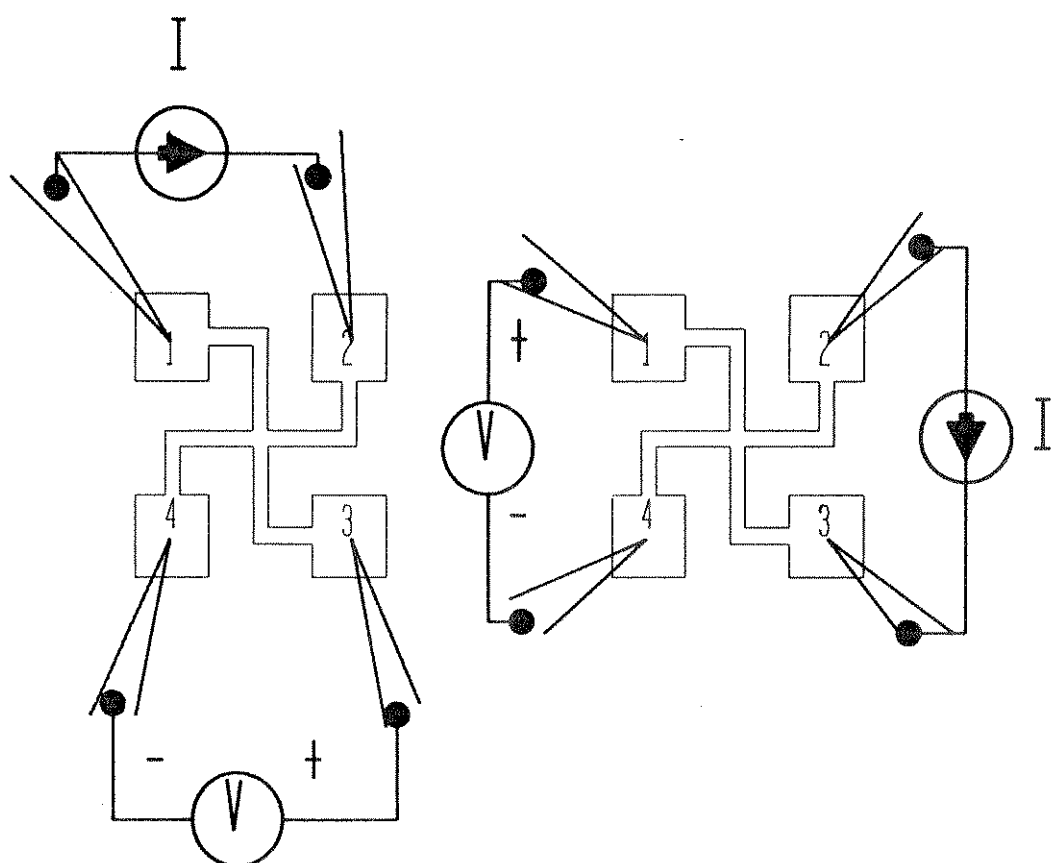


Figura 2.4.1 Esquemas utilizados na medida da resistência de folha em estruturas Van Der Pauw.

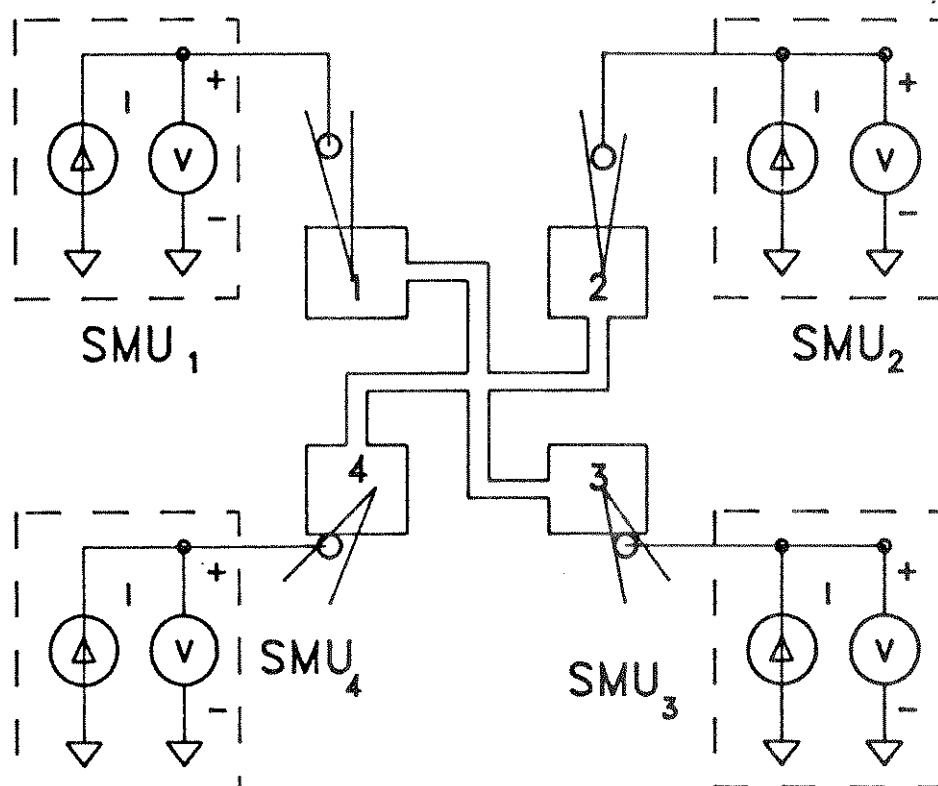


Figura 2.4.2 Configuração utilizada na determinação da resistência de folha pelo método de Van Der Pauw.



Os medidores de tensão HP 3478 foram utilizados devido a sua resolução na escala de milivolts ser de  $1\mu\text{V}$  e também possuir impedância de entrada de  $10^{10}\Omega$ . Os medidores de tensão do equipamento HP4145B possuem baixa resolução para esta faixa de tensão o que impossibilitou a sua utilização.

As medidas foram feitas em duas etapas, a saber:

1a. A fonte SMU1 é programada como fonte de corrente com um valor nominal de  $4.532\text{ mA} \pm 1\mu\text{A}$ . A fonte SMU2 é programada como fonte de tensão com valor nominal de  $0\text{ V} \pm 1\text{ mV}$ , o monitor de corrente de SMU2 indica, portanto, a corrente que efetivamente circulou pela estrutura.

As fontes SMU3 e SMU4 foram programadas como fontes de corrente com valores nominais de  $10\text{ pA} \pm 1\text{ pA}$ , o que permitiu a utilização dos monitores de tensão desta fonte para indicação dos valores de tensão da estrutura Van der Pauw, mas o valor de tensão utilizado para o cálculo da resistência de folha foi medido no milivoltímetro por sua maior resolução.

2a. A fonte SMU2 é programada como fonte de corrente com valor nominal de  $4.532\text{ mA} \pm 1\mu\text{A}$  a fonte SMU3 é programada como fonte de tensão com valor de  $0\text{ V} \pm 1\text{ mV}$  e seu monitor utilizado para a medida da corrente, e as fontes SMU4 e SMU1 são programadas como fontes de corrente com valores nominais de  $10\text{ pA} \pm 1\text{ pA}$ . Novamente a medida de tensão é feita através do segundo milivoltímetro HP 3478.

O valor de  $4.532\text{ mA}$  para a fonte de corrente foi escolhido para medida de resistência de folha do polissilício e da difusão de maneira a obter-se valores de tensão da ordem de dezenas de milivolts. Este valor levou em consideração também a dissipação de potência no polissilício. A figura 2.4.3 mostra um gráfico do valor da resistência de folha em função da corrente. Podemos verificar neste gráfico que a influência do aumento de temperatura interna, devido a dissipação de potência, sob o valor da resistência de folha introduziu um erro sistemático que foi calculado em  $1.5\%$ .

# Dependência de $R_s$ com a corrente Estrutura Van Der Pauw

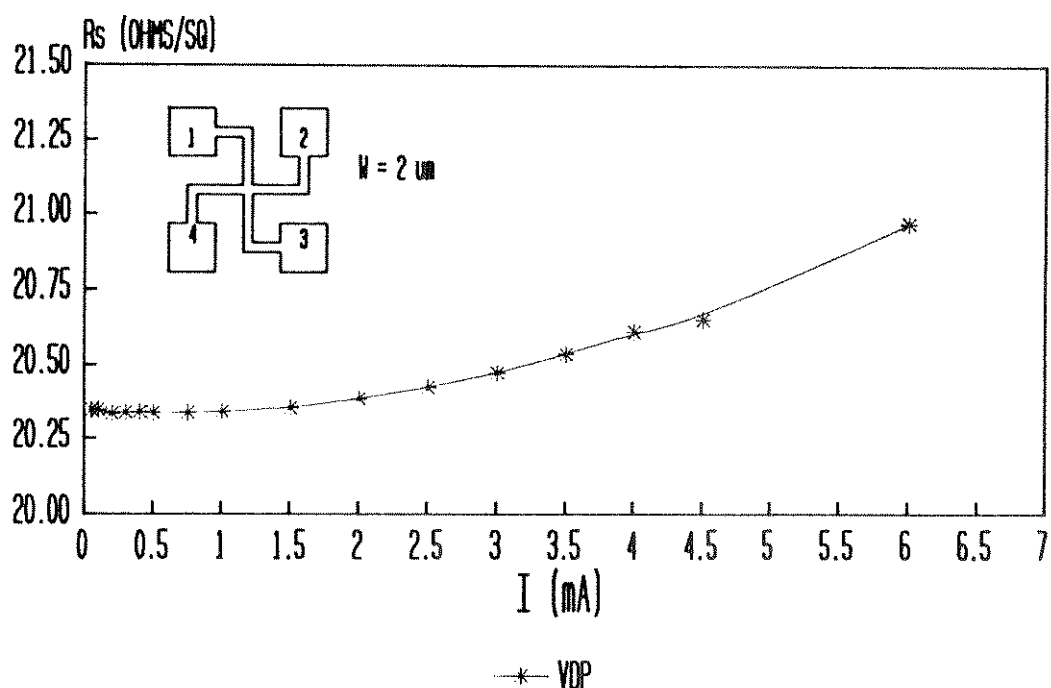


fig.2.4.3

Figura 2.4.3 - Influência da corrente na resistência de folha devido a dissipação de potência no polissilício, observada em estruturas Van Der Pauw com largura de linha de  $2 \mu m$ .

Entre as etapas de medida de resistência de folha da estrutura proposta foi introduzida uma etapa de aterramento dos pontos de medida, ou seja, nesta etapa todos os SMU's foram programados como fonte de tensão de valor nominal 0V. Esta etapa foi introduzida devido a ocorrência de oscilações das medidas, quando da mudança de uma etapa de medida para outra. Estas oscilações foram observadas principalmente na medida da resistência de folha no polissilício o que nos levou a concluir que estas eram devidas a descarga das capacitâncias parasitas formadas entre o nível do polissilício e o silício. Com a introdução das etapas de aterramento as oscilações desapareceram, e a constatação do aparecimento de corrente nas fontes de tensão na etapa de aterramento, confirmou a hipótese feita.

Portanto, para a realização da medida da resistência de folha foram feitos três programas diferentes no HP4145B, para cada uma das etapas de medida e para a etapa de aterramento. Estes programas foram denominados RS1, RS2 e GND. Foi criado um programa de sequencialização dos programas de medidas. A sequência utilizada foi a mesma para a medida da resistência de folha do polissilício, do metal 1 a da difusão, só diferindo nos valores de corrente programados em RS1 e RS2 em cada caso, a saber: RS1-GND-RS2-GND.

A resistência de folha foi medida nas estruturas de polissilício e de metal 1 totalizando 1120 medidas, sendo 800 realizadas no polissilício e 320 no metal 1.

As estruturas de Van Der Pauw convencionais foram medidas para as camadas de polissilício, metal 1 e difusão, totalizando 480 medidas. Os valores obtidos nas estruturas convencionais e proposta estão mostrados no apêndice I.

Com base nos valores obtidos nas medidas realizadas nas estruturas, foram contruidos gráficos que mostram a variação da média da resistência de folha no circuito de teste em função da posição do circuito de teste, para as colunas da esquerda e da direita. Os resultados obtidos nas estruturas de Van Der Pauw convencionais são mostrados nos gráficos das figuras 2.4.4 a e b para o polissilício, nas figuras 2.4.5 a e b para o metal 1, e nas figuras 2.4.6 a e b para a difusão. Os resultados para a estrutura de teste proposta estão mostrados nos gráficos das figuras 2.4.7 a e b para o polissilício, e 2.4.8 a e b para o metal 1.

Os valores da função de correção de Van Der Pauw estão mostrados na tabela 2.4.1 abaixo:

#### Estruturas de Van Der Pauw

| material     | R1/R2 médio |        | Sigma  |        | fator  |        |
|--------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              | E           | D      | E      | D      | E      | D      |
| Polissilício | 11.083      | 11.081 | 10.073 | 10.061 | 1.9941 | 1.9952 |
| Metal 1      | 11.32       | 11.31  | 10.27  | 10.27  | 1.9526 | 1.9546 |
| difusão      | 11.039      | 11.042 | 10.028 | 10.029 | 1.9988 | 1.9987 |

#### Estruturas propostas

| material     | R1/R2 médio |        | Sigma  |        | fator  |        |
|--------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              | E           | D      | E      | D      | E      | D      |
| Polissilício | 11.192      | 11.182 | 10.104 | 10.100 | 1.9858 | 1.9867 |
| Metal 1      | 11.428      | 11.413 | 10.081 | 10.067 | 1.9777 | 1.9806 |

Os valores para o fator de correção foram obtidos aplicando-se os valores de R1/R2 médio mais 3 sigma na curva da figura 1.4.4.3. Nota-se que o máximo erro cometido sobre o valor médio da resistência de folha se desprezarmos o fator de correção é de 5 %. O maior fator de correção nos dois tipos de estrutura foi obtido para o metal 1. Isto é devido ao erro do método de medida que é maior para o metal 1, pois o valor da resistência de folha para o metal 1 é cerca de cem vezes menor do que a do polissilício e da difusão.

# Resistência de folha para poli Van Der Pauw coluna da direita

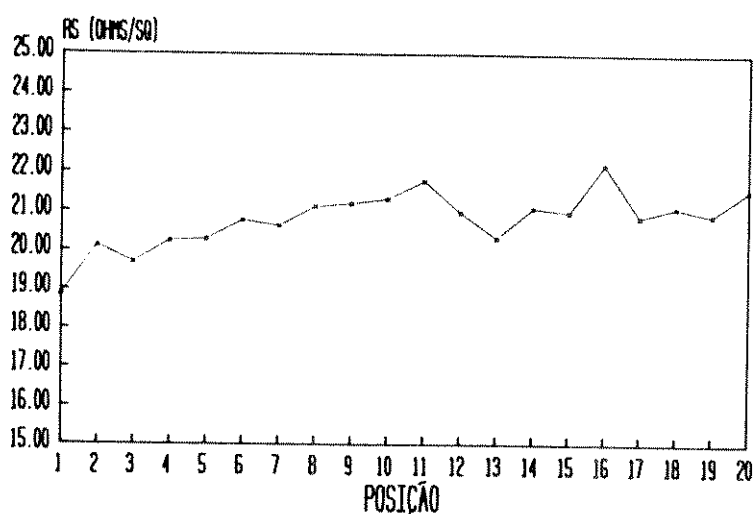


fig. 2.4.4.a

# Resistência de folha para o Poli Van Der Pauw coluna da esquerda

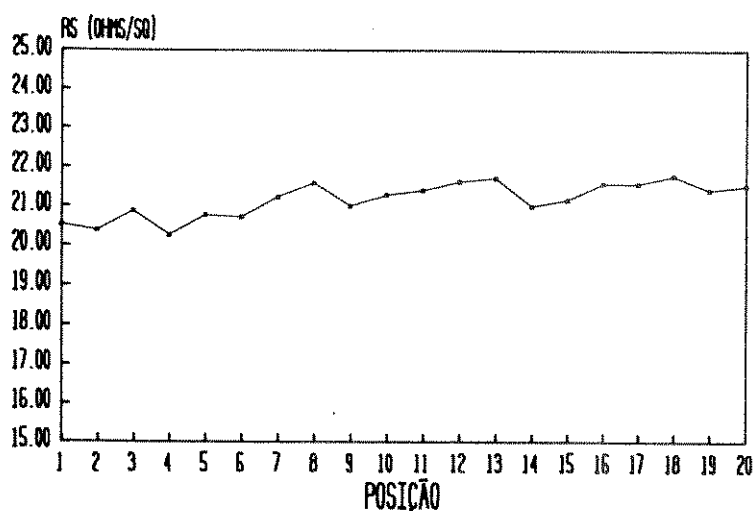


fig. 2.4.4.b

Figura 2.4.4 a e b. Variação da resistência de folha média em um circuito de teste para o polissilício em função da posição da estrutura de Van Der Pauw convencional na lâmina. a) Para a coluna da direita. b) Para a coluna da esquerda.

Resistência de folha para o metal 1  
Van Der Pavn coluna da direita

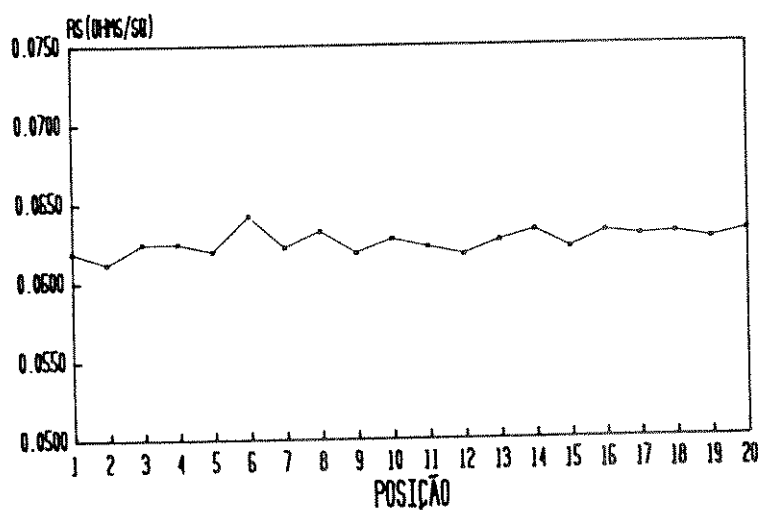


fig. 2.4.5.a

Resistência de folha para o metal 1  
Van Der Pauw coluna da esquerda

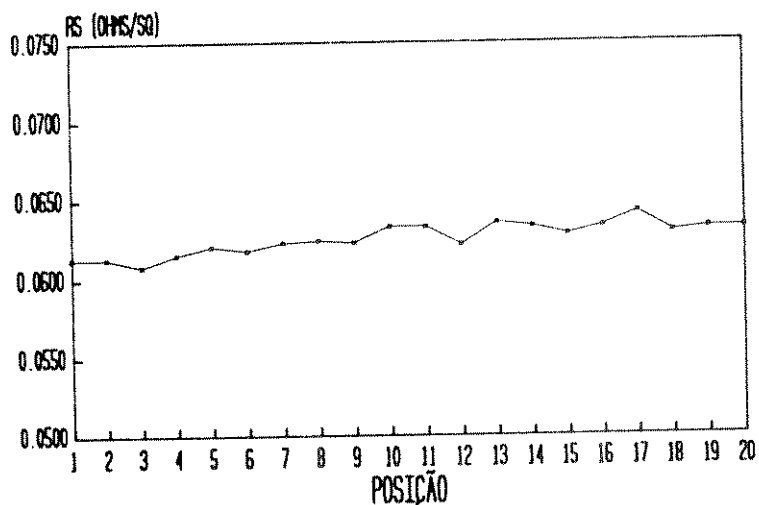
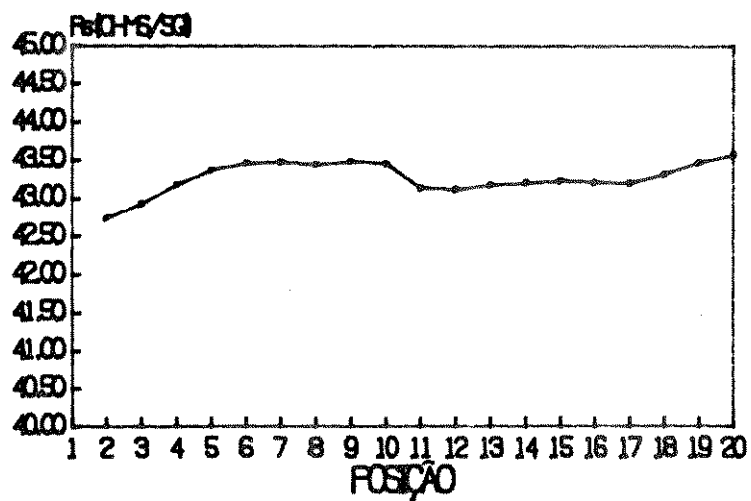


fig. 2.4.5.b

Figura 2.4.5 a e b. Variação da resistência de folha média em um circuito de teste para o metal 1 em função da posição da estrutura de Van Der Pauw convencional na lâmina. a) Para a coluna da direita. b) Para a coluna da esquerda.

Resistência de folha da difusão  
Van Der Pauw coluna da direita



Resistência de folha da difusão  
Van Der Pauw coluna da esquerda

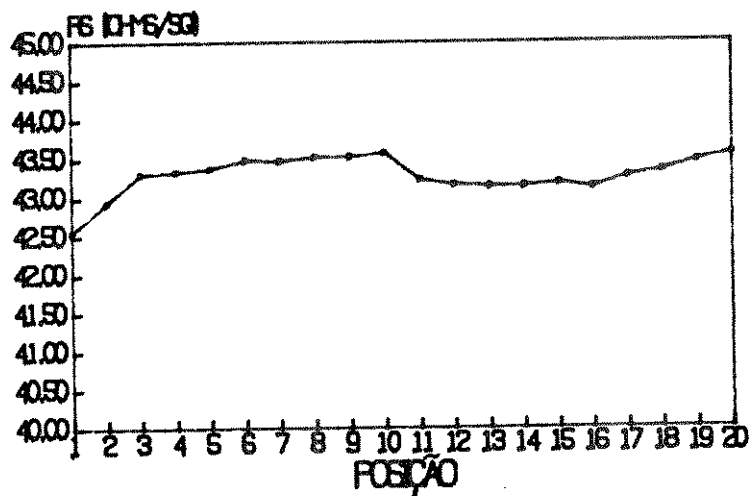


Figura 2.4.6 a e b. Variação da resistência de folha média em um circuito de teste para a difusão em função da posição da estrutura de Van Der Pauw convencional na lâmina. a) Para a coluna da direita. b) Para a coluna da esquerda.

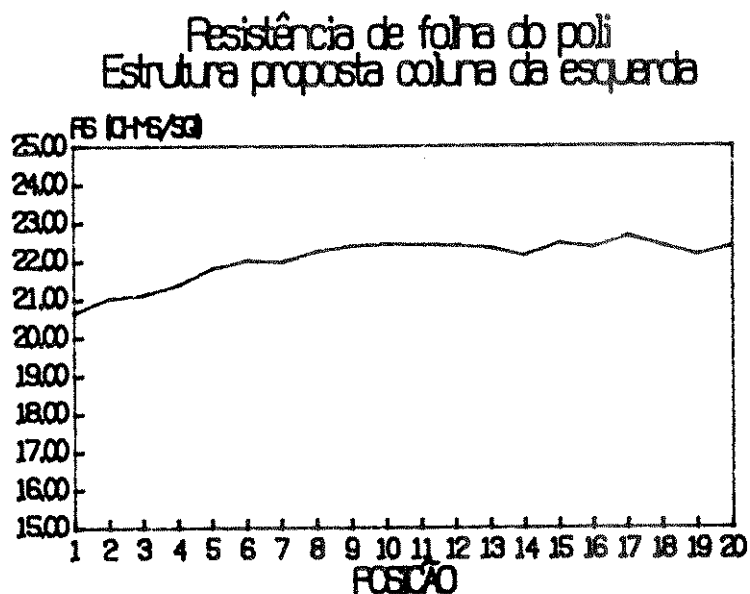
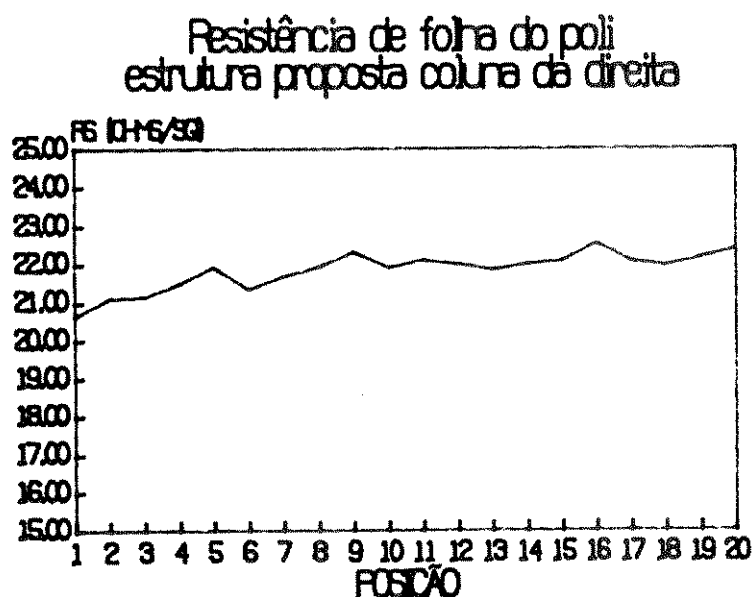


Figura 2.4.7 a e b. Variação da resistência de folha média em um circuito de teste para o polissilício em função da posição da estrutura de teste proposta na lâmina. a) Para a coluna da direita. b) Para a coluna da esquerda.



# Resistência de folha para o metal 1 Estrutura proposta coluna da direita

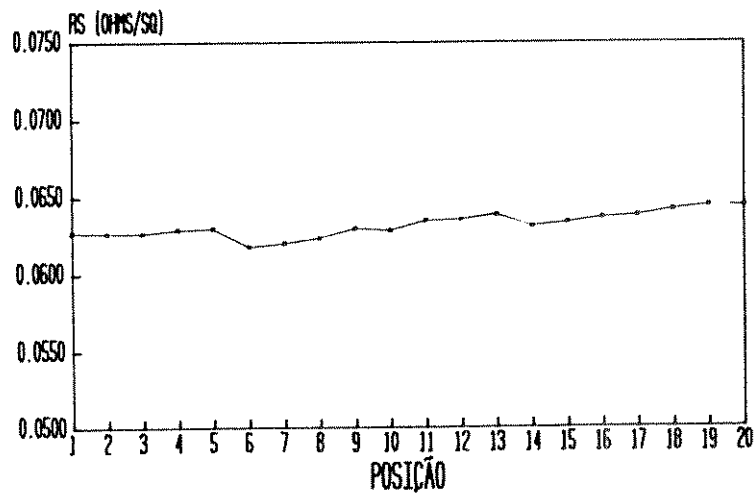


fig. 2.4.8.a

# Resistência de folha para o metal 1 Estrutura proposta coluna da esquerda

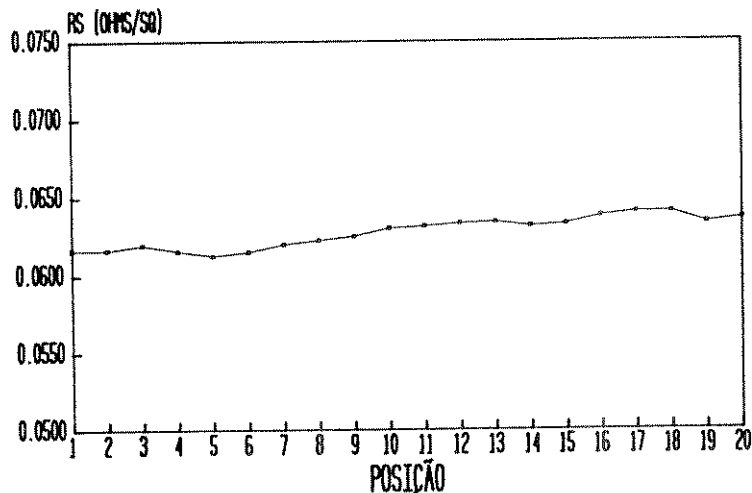


fig. 2.4.8.b

Figura 2.4.8 a e b. Variação da resistência de folha média em um circuito de teste para o metal 1 em função da posição da estrutura de teste proposta na lâmina. a) Para a coluna da direita. b) Para a coluna da esquerda.

Ao compararmos os gráficos da resistência de folha para o polissilício obtidos nas estruturas Van Der Pauw convencional e estrutura proposta, notamos que os valores da estrutura convencional apresentam a mesma variação dos valores da estrutura proposta, mas estes estão deslocados apresentando valores inferiores aos da estrutura proposta. Este fato é explicado pela variação da resistência de folha com a temperatura no polissilício.

Como dito, para a avaliação da resistência de folha nas estruturas Van Der Pauw convencionais, a corrente empregada foi limitada em 4.532 ma devido a dissipação de potência no polissilício. Esta influência da corrente na resistência de folha devido a temperatura esta representado na figura 2.4.3. Este gráfico foi obtido medindo-se a resistência de folha em estruturas Van Der Pauw para vários valores de corrente.

Para a avaliação da resistência de folha nas estruturas propostas o mesmo valor de corrente foi empregado, mas devido a estrutura proposta possuir o comprimento dos braços da cruz que forma a estrutura de Van Der Pauw muito maior do que os braços da estrutura convencional, a resistência destes braços é maior resultando numa maior potência dissipada, e consequentemente numa elevação de temperatura. Portanto, para o mesmo valor de corrente, a elevação da temperatura no polissilício para a estrutura proposta resultou na obtenção de valores maiores para a resistência de folha medida nesta estrutura. Por tratar-se de um erro sistemático, ele não induz na deterioração da precisão do método, podendo ser corrigido uma vez conhecida esta diferença.

Para constatar estas afirmações foi contruido um gráfico da resistência de folha nas estruturas propostas em função da corrente. Este gráfico é mostrado na figura 2.4.9, sobreposto ao gráfico da figura 2.4.3. Pode-se verificar desta figura uma variação de 3.8% do valor da resistência de folha na estrutura 1A, e 2% na estrutura 2A.

# Dependência de $R_s$ com a corrente Poli estr. 1A, 2A e Van Der Pauw

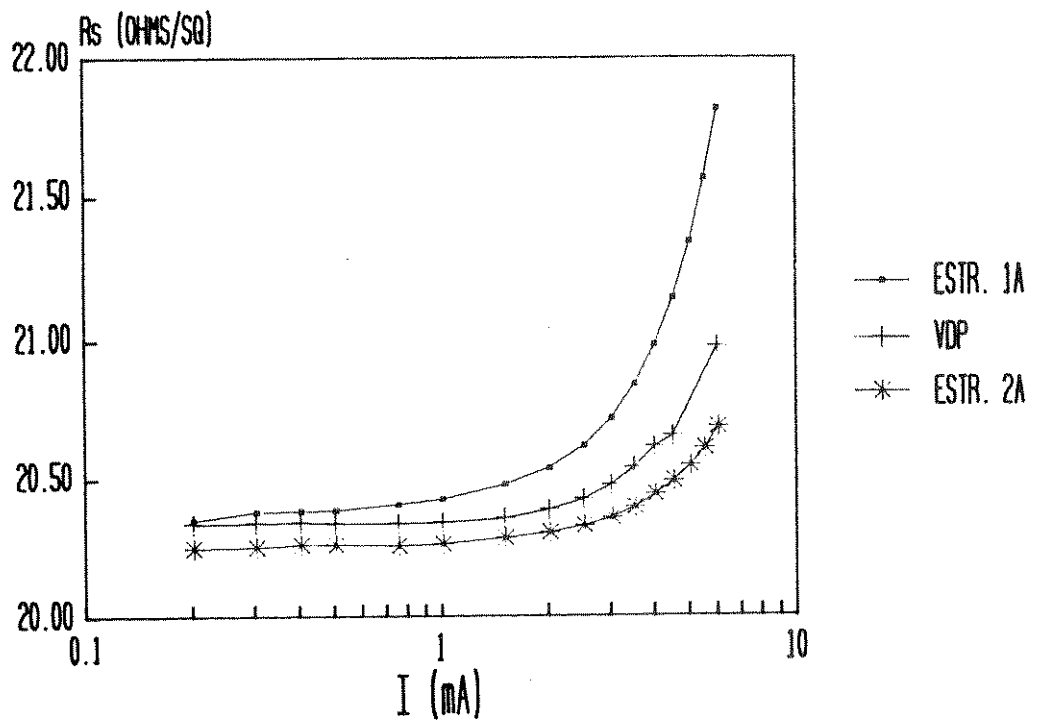


fig.2.4.9

Figura 2.4.9. Gráfico da resistência de folha nas estruturas propostas e na estrutura convencional em função da corrente.

A variação da resistência de folha do polissilício nas estruturas convencional e proposta, indica uma não uniformidade na espessura ou na composição da camada em função da posição da ordem de 15% em 3 sigma. Métodos para a avaliação da natureza destas variações serão objeto de trabalho futuro.

Para os resultados obtidos para o metal 1, a grande variação notada no gráfico da figura 2.4.5 foi devido a resolução da medida de tensão, que corresponde a  $\pm 1 \mu\text{V}$  em  $60 \mu\text{V}$ , ou ainda  $\pm 1.7 \%$ .

A variação observada corresponde a  $\pm 1.6 \%$ . O gráfico da figura 2.4.8 que corresponde a mesma medida na estrutura proposta, mostra o mesmo comportamento. Neste gráfico não existe o erro sistemático causado pela temperatura, devido ao baixo valor de resistência do metal.

Da análise da figura 2.4.6 podemos notar uma variação nos valores obtidos para a resistência de folha nos circuitos situados na periferia da lâmina.

## 2.5 Os procedimentos das medidas de largura de linha e a análise dos resultados obtidos

Para a avaliação da largura de linha foram utilizados os mesmos equipamentos que possibilitaram a avaliação da resistência de folha. O esquema de medida empregado está mostrado na figura 2.5.1., e permite a medida das larguras de linha  $W_1$  e  $W_2$  nos eixos X e Y sem que seja necessária a troca de posição das ponteiras ou dos voltímetros. As fontes de corrente do equipamento HP 4145B foram programadas em duas etapas.

Na primeira etapa o SMU 2 foi programado como fonte de corrente/monitor de tensão com valor nominal I, o SMU 4 foi programado como fonte de tensão/monitor de corrente com valor nominal de 0 volts. Os SMU's 1 e 3 não foram programados não interferindo na medida nesta etapa. Nesta configuração o voltímetro  $V_1$  mede a queda de tensão sobre a linha de largura  $W_1$ , o voltímetro  $V_2$  mede a queda de tensão sobre a largura de linha  $W_2$  e o SMU 4 indica o valor da corrente que circula pelas duas linhas do eixo X.

Na segunda etapa os SMU's 2 e 4 não foram programados, o SMU 1 foi programado como fonte de corrente de valor nominal I e o SMU 3 foi programado como fonte de tensão com valor nominal de 0 volts. Os voltímetros  $V_1$  e  $V_2$  medem as quedas de tensão nas linhas de largura  $W_1$  e  $W_2$  no eixo Y.

Foram avaliadas com este esquema de medida as estruturas para medida de largura de linha construídas em polissilício e as estruturas contruídas em metal 1. Para o polissilício o valor de corrente I utilizado foi de 0.1 ma e no metal 1 de 10 ma, devido aos problemas de dissipação, como já explicado.

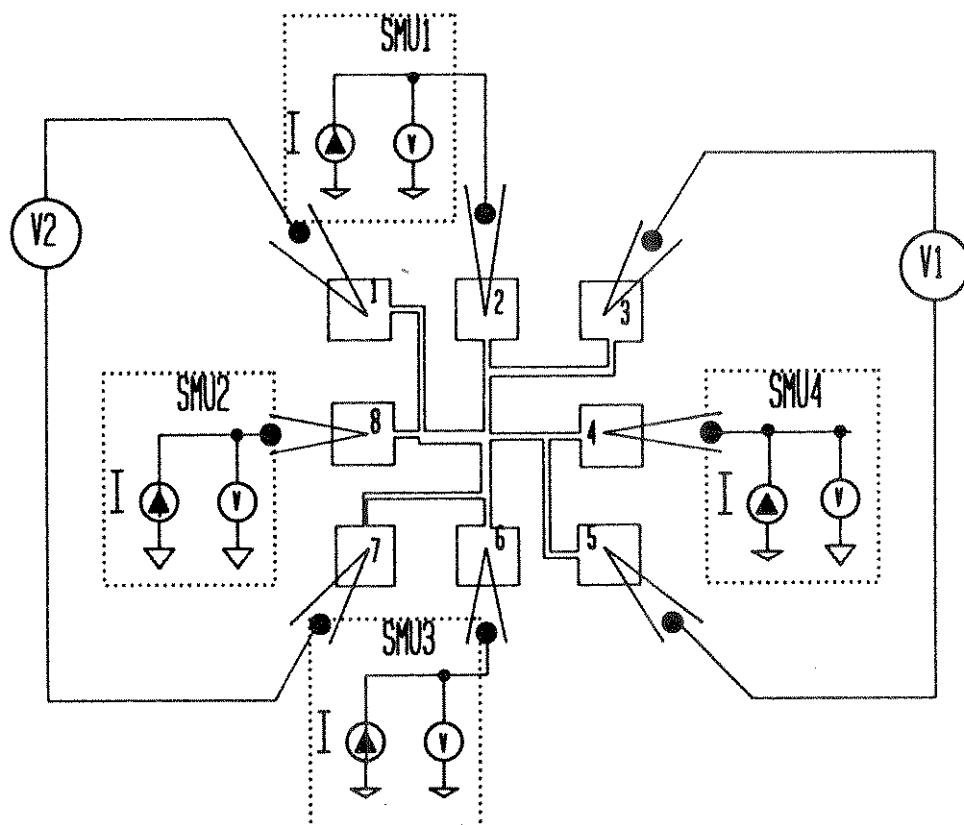


fig. 2.5.1

Figura 2.5.1. Esquema utilizado na medida de largura de linha nas estruturas propostas.

Os programas receberam o nome de LWXA e LWYA para a primeira etapa e LWXB e LWYB para a segunda etapa. Os programas foram sequencializados de maneira idêntica a apresentada na sequencialização das medidas de resitência de folha. O programa de sequencialização para medida da largura de linha no polissilício recebeu o nome de MEDL e o de medida da largura de linha no metal 1 recebeu o nome de MELM.

No polissilício foram medidas as estruturas 1A, 2A, 4A, 5A e 6A. A estrutura 3A que é uma estrutura para medida de largura de linha com efeito de interproximidade, com linhas de 1  $\mu\text{m}$  e 2  $\mu\text{m}$  e com separação de 1  $\mu\text{m}$ , não pode ser medida pois as linhas não foram definidas devido ao efeito de interproximidade que provocou a união da linha com a configuração interna da estrutura. A figura 2.5.2 mostra a estrutura 3A, onde se pode notar a não definição das linhas. Observa-se nesta estrutura que a separação de uma das linhas esta definida, enquanto que para o restante das linhas esta separação não ocorreu. Esta separação ocorreu, por ter sido previsto no projeto uma separação de 1.5  $\mu\text{m}$  ao invés de 1  $\mu\text{m}$  para um dos lados da largura de linha  $W_1$  no eixo Y, para a estrutura 3A. Na estrutura 4A, esta separação foi projetada para 2.5  $\mu\text{m}$ , e os efeitos desta separação serão mostrados na análise dos resultados.

No metal 1 foram medidas as estruturas 6C e 7C.

No total foram realizadas 1600 medidas de largura de linha no polissilício e 640 medidas no metal 1.

Devido ao grande número de medidas, foi desenvolvido um programa para interligação dos equipamentos utilizados a um computador PC-XT, via interface de comunicação IEE-488. Este programa possibilitou a aquisição automática dos dados obtidos, gerando arquivos de dados que posteriormente foram tratados de maneira a possibilitar a interpretação dos resultados. Este programa recebeu o nome de IxV e foi também utilizado para a determinação da estabilidade do sistema empregado, através da medida repetitiva em uma mesma estrutura em intervalos de tempo pré-determinados.

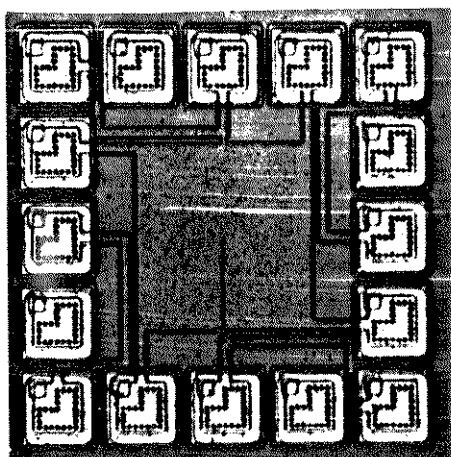


Figura 2.5.2 Estrutura 3A obtida pelo processo de fabricação utilizado, onde verifica-se a não definição das linhas de  $1\mu\text{m}$  devido ao efeito de interproximidade.



Uma listagem do programa IxV é apresentada no apêndice V.

A partir dos valores medidos foram calculadas as larguras de linha  $W_1$  e  $W_2$  para todas as estruturas medidas. Foram calculados também os valores de delta para os eixos X e Y em todas as estruturas avaliadas. Os resultados obtidos serão apresentados graficamente e analisados visando obter-se informações sobre o equipamento, processo e estratégias de escrita por feixe eletrônico empregadas pela fundição na fabricação de circuitos integrados.

As figuras 2.5.3 até 2.5.9 apresentam os gráficos das médias das larguras de linha por circuito de teste, para a coluna da direita, calculadas percentualmente em relação ao valor projetado. As figuras 2.5.10 a 2.5.16 apresentam gráficos semelhantes, para a coluna da esquerda.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 1A coluna da direita

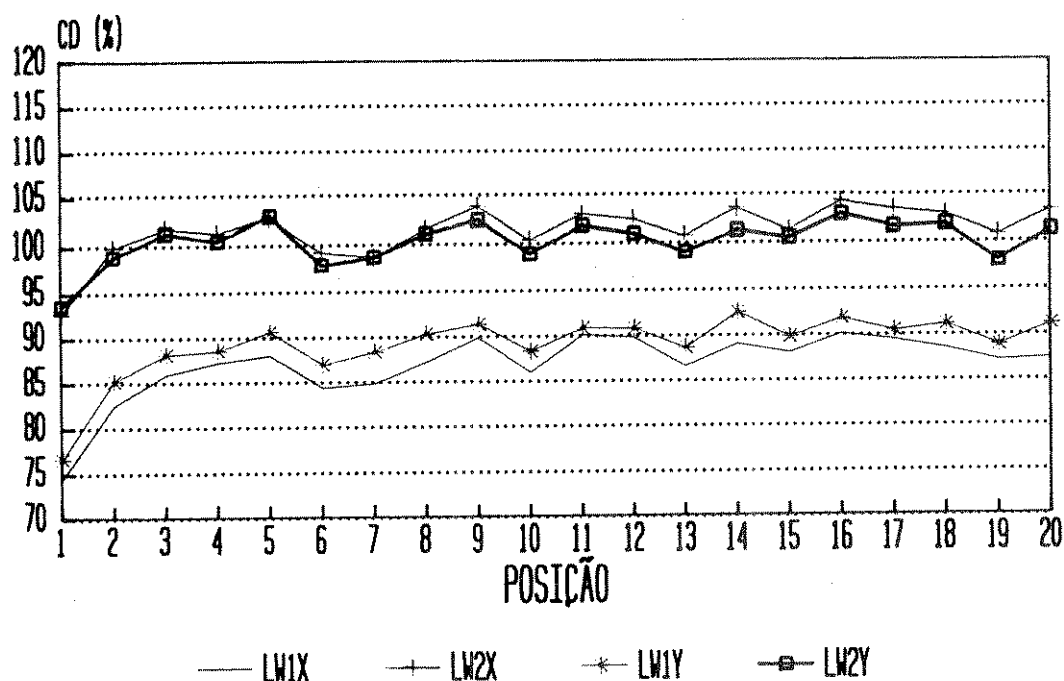


fig 2.5.3

Figura 2.5.3 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 1A, por circuito de teste , para a coluna da direita, calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 2A coluna da direita

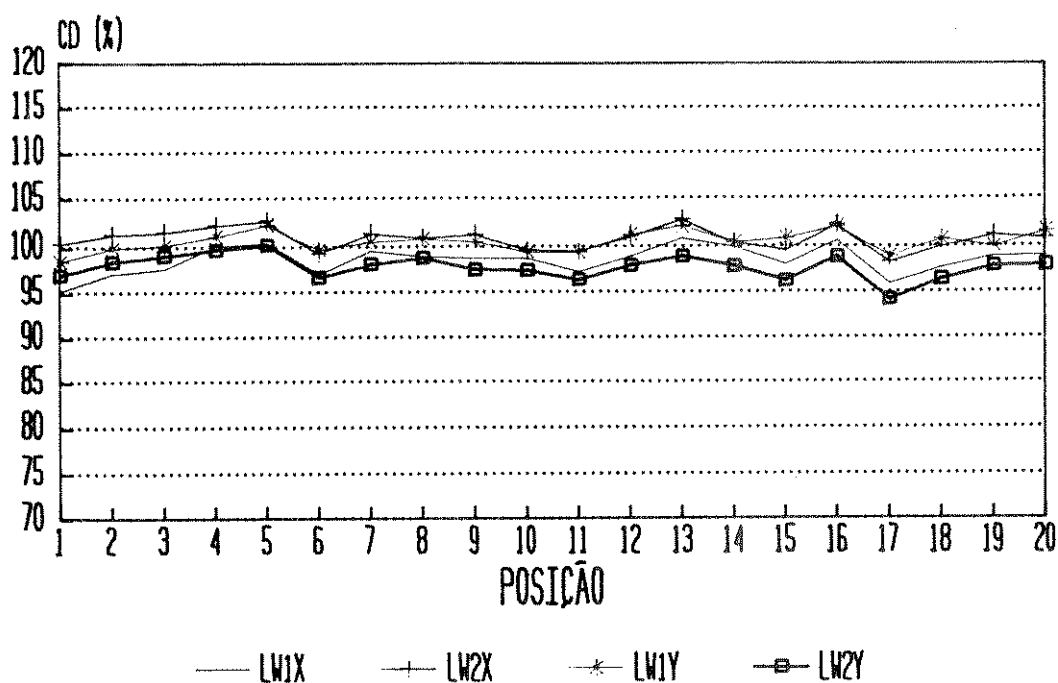


fig 2.5.4

Figura 2.5.4 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 2A, por circuito de teste , para a coluna da direita, calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 4A coluna da direita

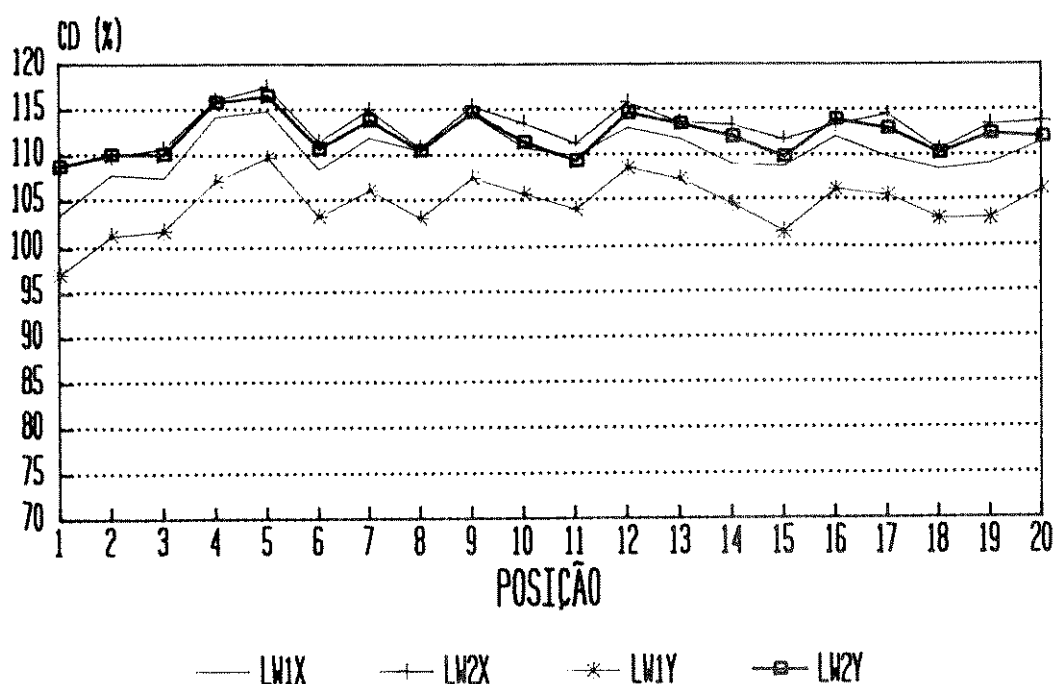


fig 2.5.5

Figura 2.5.5 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 4A, por circuito de teste, para a coluna da direita, calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 5A coluna da direita

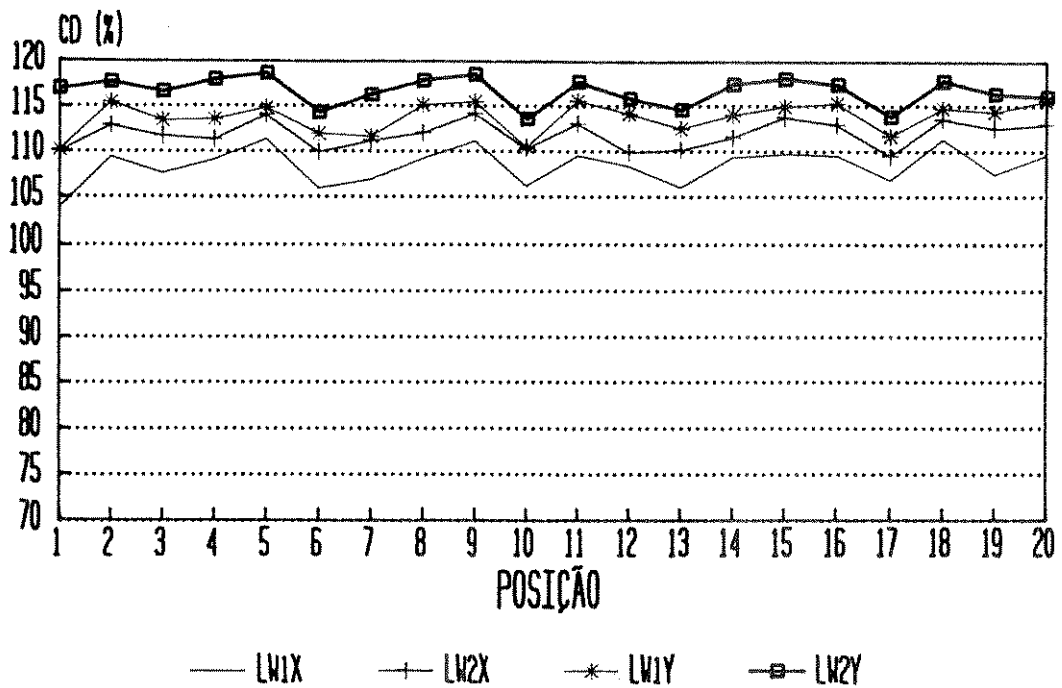


fig 2.5.6

Figura 2.5.6 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 5A, por circuito de teste, para a coluna da direita, calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 6A coluna da direita

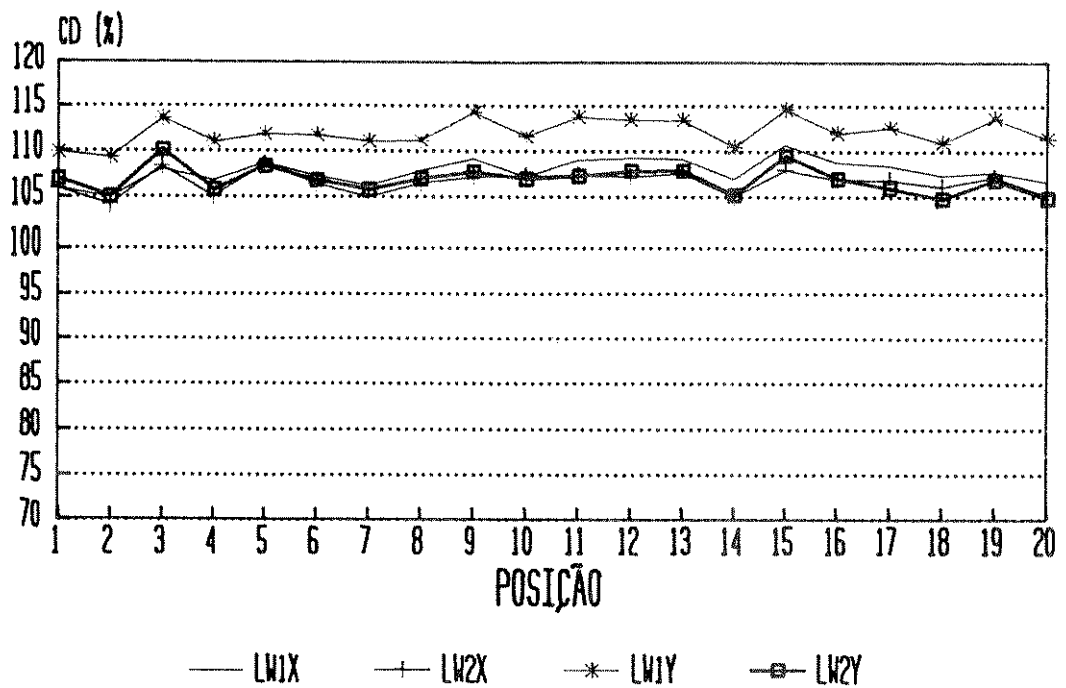


fig 2.5.7

Figura 2.5.7 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 6A, por circuito de teste , para a coluna da direita, calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 6C coluna da direita

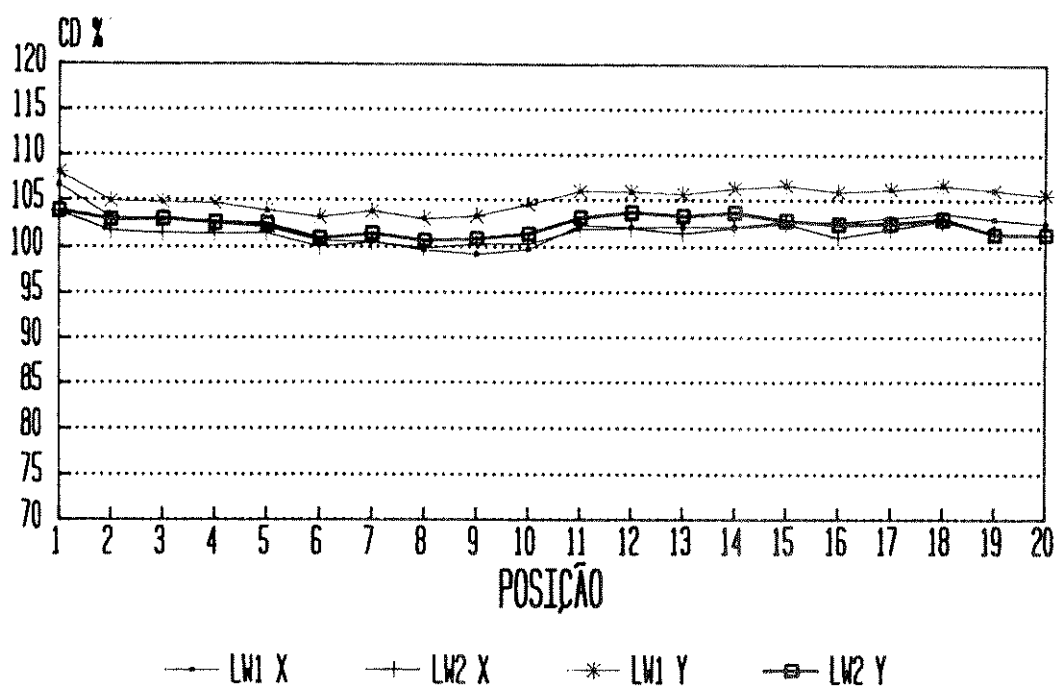


fig 2.5.8

Figura 2.5.8 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 6C, por circuito de teste , para a coluna da direita, calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 7C coluna da direita

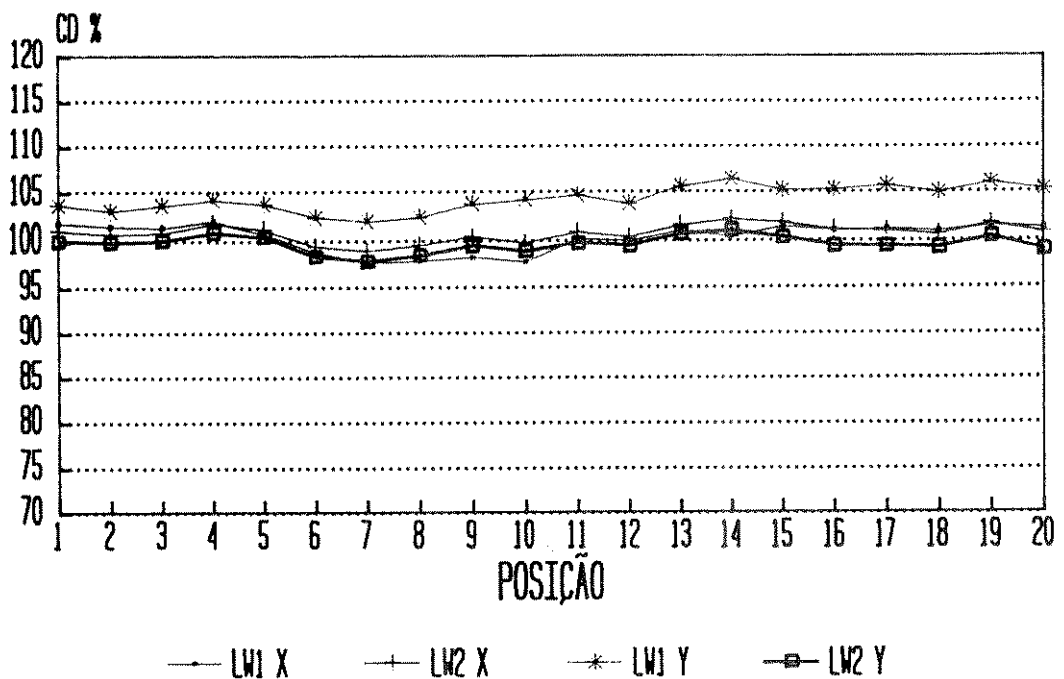


fig 2.5.9

Figura 2.5.9 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 7C, por circuito de teste , para a coluna da direita, calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.



# Média percentual da largura de linha Estrutura 1A coluna da esquerda

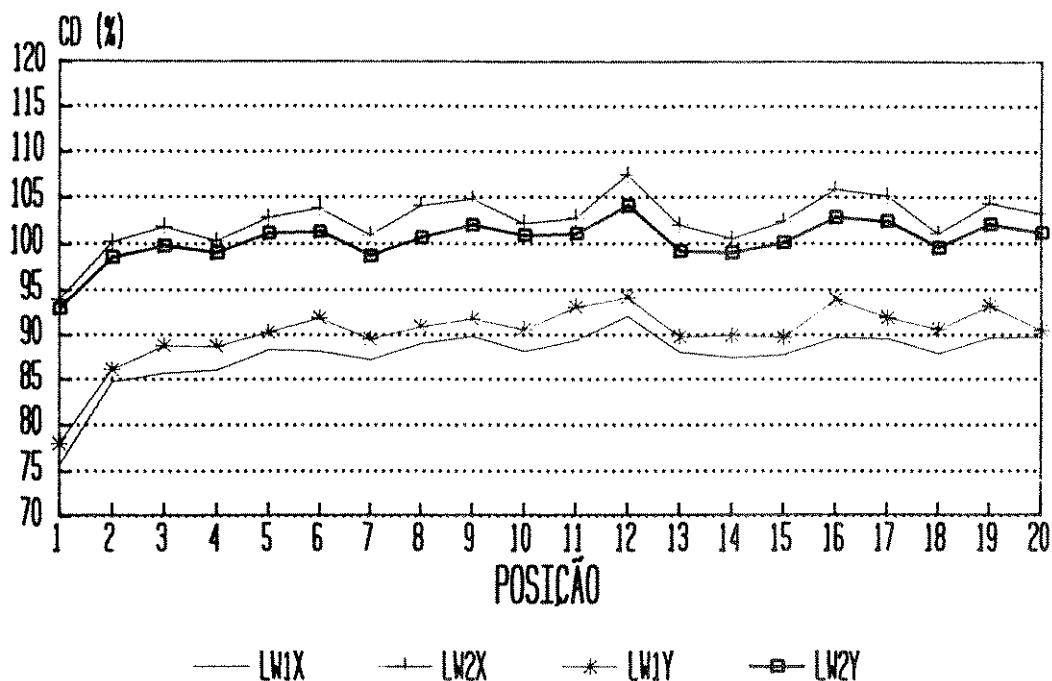


fig 2.5.10

Figura 2.5.10 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 1A, por circuito de teste , para a coluna da esquerda calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 2A coluna da esquerda

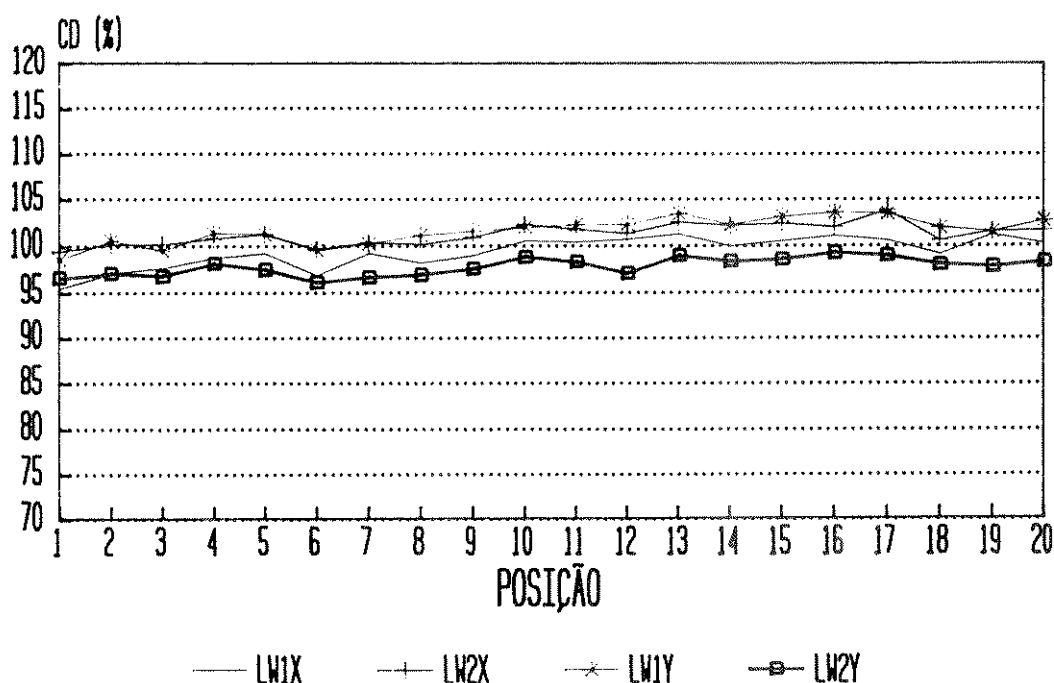


fig 2.5.11

Figura 2.5.11 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 2A, por circuito de teste , para a coluna da esquerda calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 4A coluna da esquerda

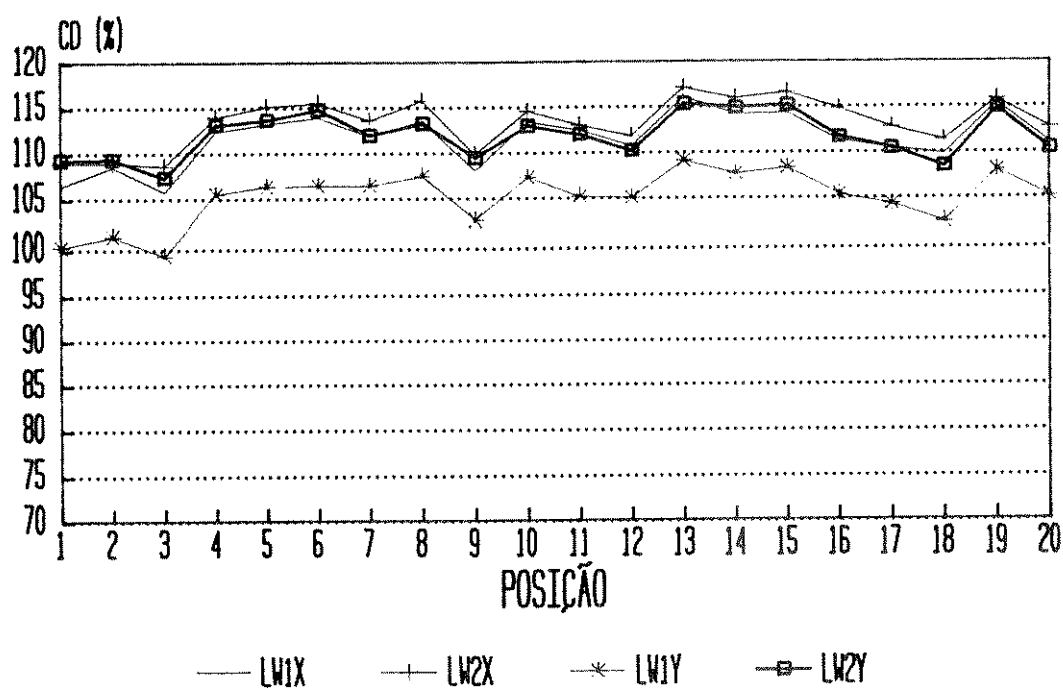


fig 2.5.12

Figura 2.5.12 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 4A, por circuito de teste , para a coluna da esquerda calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 5A coluna da esquerda

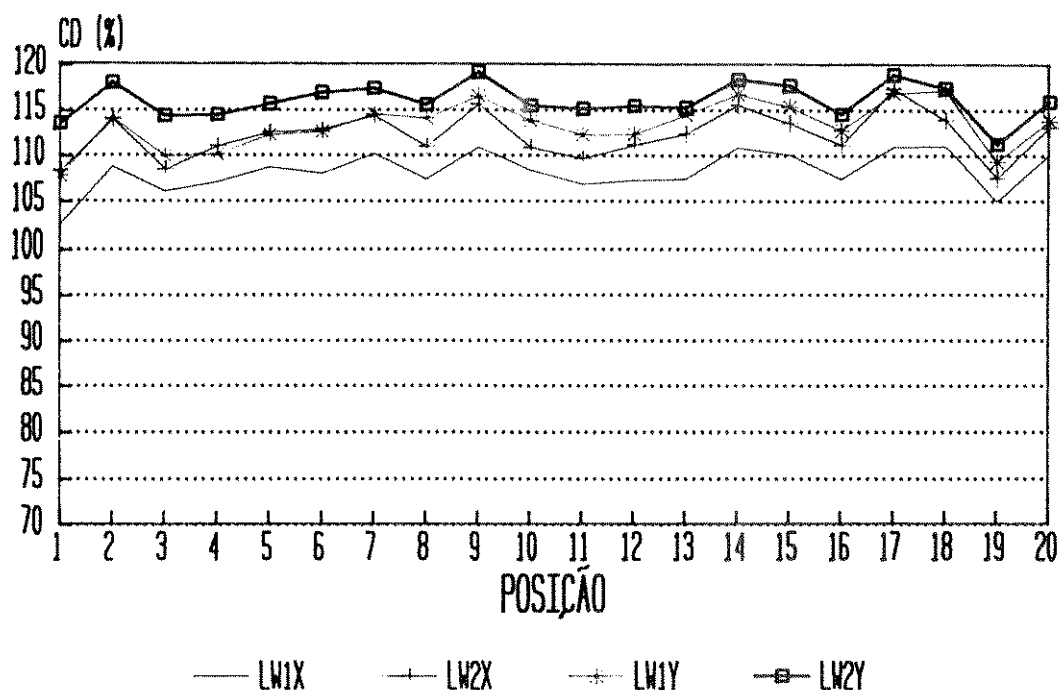


fig 2.5.13

Figura 2.5.13 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 5A, por circuito de teste, para a coluna da esquerda calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 6A coluna da esquerda

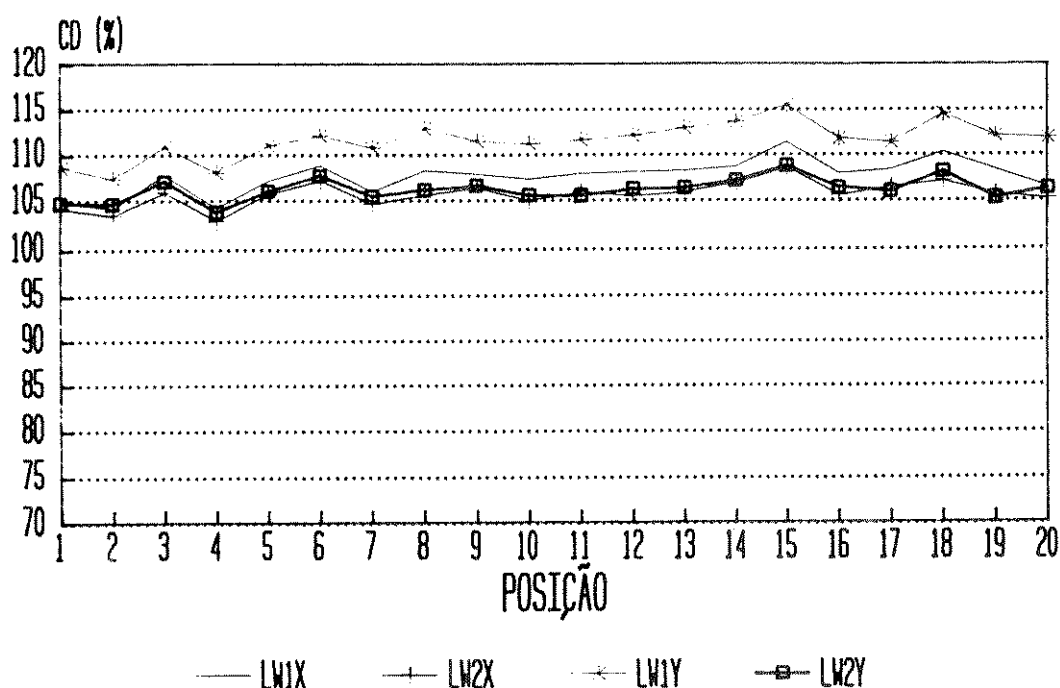


fig 2.5.14

Figura 2.5.14 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 6A, por circuito de teste , para a coluna da esquerda calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 6C coluna da esquerda

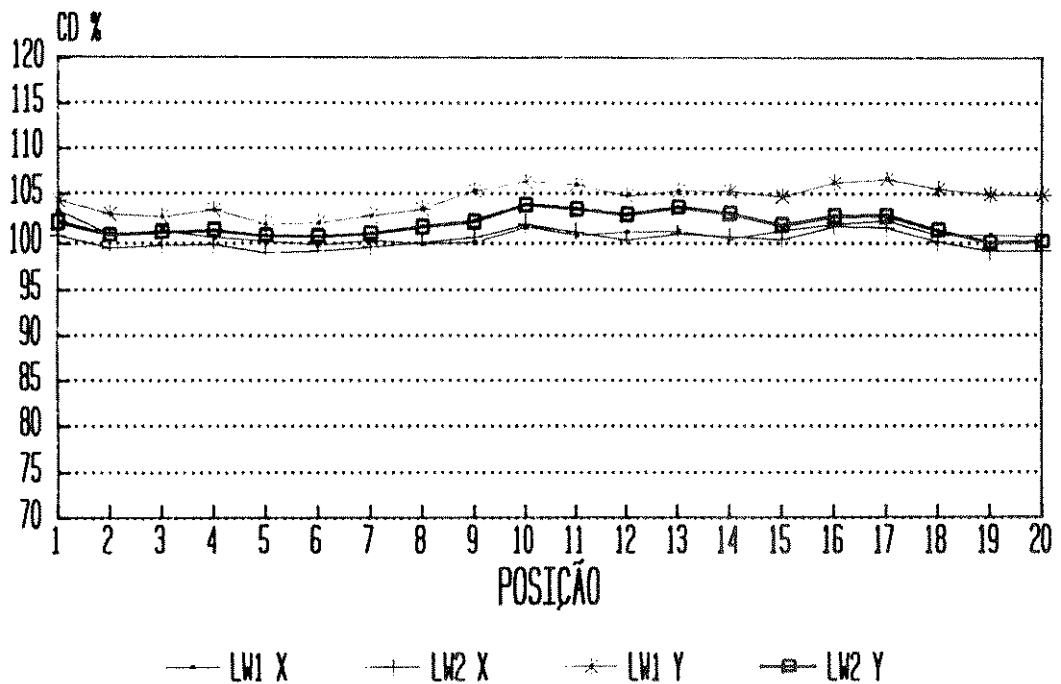


fig 2.5.15

Figura 2.5.15 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 6C, por circuito de teste , para a coluna da esquerda calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

# Média percentual da largura de linha Estrutura 7C coluna da esquerda

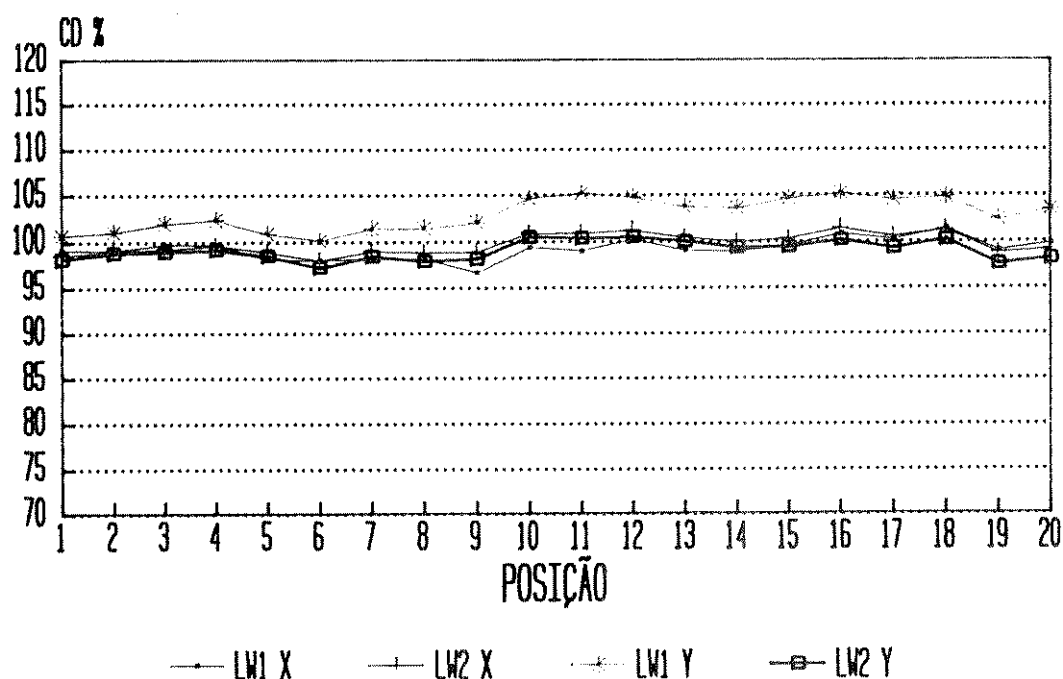


fig 2.5.16

Figura 2.5.16 Apresenta gráfico das médias das larguras de linha na estrutura 7C, por circuito de teste , para a coluna da esquerda calculadas porcentualmente em relação ao valor projetado.

A análise destes gráficos será feita para cada parâmetro litográfico.

#### 2.5.1 Efeito de proximidade.

Como já comentado, as estruturas 1A e 2A foram projetadas de maneira a mostrar o efeito de intraproximidade para dois conjuntos de largura de linha. A finalidade destas estruturas é a verificação da utilização do método de correção de efeito de proximidade e a sua efetividade na correção dos efeitos de intraproximidade.

O gráfico da figura 2.5.3, mostra os valores obtidos para as larguras de linha na estrutura 1A, para coluna da direita, percentualmente em relação aos seus valores nominais. Deste gráfico pode-se notar que o efeito de intraproximidade é bastante evidente para as linhas LW1X e LW1Y de largura de 1  $\mu\text{m}$  apresentando um valor médio de  $0.870 \mu\text{m} \pm 0.035 \mu\text{m}$  para as linhas em X, e  $0.891 \mu\text{m} \pm 0.033 \mu\text{m}$  em Y, enquanto que para as linhas LW2X e LW2Y de 2  $\mu\text{m}$  de valor nominal, este efeito não se faz sentir, pois a média dos valores obtidos para esta linha é de  $2.033 \pm 0.051 \mu\text{m}$  no eixo X, e  $2.010 \mu\text{m} \pm 0.044 \mu\text{m}$  para o eixo Y.

O gráfico da figura 2.5.4 apresenta os valores percentuais em relação aos valores nominais das linhas medidas na estrutura 2A, para a coluna da direita. Nesta estrutura nota-se que para as linhas LW1X e LW1Y com largura nominal de 2  $\mu\text{m}$ , o efeito de intraproximidade está presente embora representando uma redução percentual na largura de linha inferior a 10%. Os valores médios obtidos para as linhas de 2  $\mu\text{m}$  nominais para os eixos X e Y respectivamente são:  $1.977 \mu\text{m} \pm 0.030 \mu\text{m}$  e  $2.015 \mu\text{m} \pm 0.021 \mu\text{m}$ . Para as linhas LW2X e LW2Y com valores nominais de 4  $\mu\text{m}$ , os valores obtidos são :  $4.045 \mu\text{m} \pm 0.047 \mu\text{m}$  para o eixo X e  $3.921 \mu\text{m} \pm 0.054 \mu\text{m}$  para o eixo Y.



Os gráficos das figuras 2.5.10 e 2.5.11 apresentam os mesmos resultados para a coluna da esquerda. Os valores obtidos para a estrutura 1A, coluna da esquerda, para os eixos X e Y são respectivamente:  $0.878 \mu\text{m} \pm 0.032 \mu\text{m}$  e  $0.903 \mu\text{m} \pm 0.034 \mu\text{m}$  para as linhas com valor nominal de  $1 \mu\text{m}$ , e  $2.053 \mu\text{m} \pm 0.055 \mu\text{m}$  e  $2.010 \mu\text{m} \pm 0.045 \mu\text{m}$  para as linhas de valor nominal de  $2 \mu\text{m}$ . Para a estrutura 2A, coluna da esquerda são:  $1.990 \mu\text{m} \pm 0.032 \mu\text{m}$  e  $2.036 \mu\text{m} \pm 0.027 \mu\text{m}$  para linhas com  $2 \mu\text{m}$  de valor nominal e  $4.059 \mu\text{m} \pm 0.043 \mu\text{m}$  e  $3.918 \mu\text{m} \pm 0.036 \mu\text{m}$  para as linhas de  $4 \mu\text{m}$ .

Estes valores demonstram que o fabricante não utiliza software de correção de intraproximidade, ajustando os parâmetros do seu equipamento de escrita e do processo litográfico para obter as linhas de dimensões maiores ou iguais a  $2 \mu\text{m}$  dentro das especificações permitidas para o processo. A não utilização de correção do efeito de intraproximidade pode ser um dos fatores que limitam em  $2 \mu\text{m}$  a largura de linha mínima produzida pelo processo.

Outra possibilidade é a da utilização de uma estratégia de correção do efeito de proximidade que não é eficiente na correção do efeito de intraproximidade. Esta possibilidade poderá ser confirmada através da análise dos resultados das medidas realizadas nas outras estruturas que exploram o efeito de interproximidade.

As estruturas 4A, 5A, 6A, para o polissilício e 6C e 7C para o metal 1, foram projetadas para induzirem o aparecimento do efeito de interproximidade. A análise dos resultados obtidos nos dará informações sobre as estratégias adotadas no processo de litografia por escrita direta por feixe eletrônico.

As figuras 2.5.5 e 2.5.12 apresentam os valores percentuais em relação aos valores nominais de  $1 \mu\text{m}$  e  $2 \mu\text{m}$  para as linhas LW1 e LW2, com espaçamento de  $2 \mu\text{m}$  entre estas e as configurações que induzem ao aparecimento do efeito de proximidade, para a estrutura 4A, nas colunas da direita e da esquerda. Da análise destas figuras verifica-se a existência do efeito de interproximidade pois as linhas estão maiores do que o valor nominal de projeto.

A diferença apresentada nos resultados obtidos para linha LW1Y de largura 1  $\mu\text{m}$  no eixo Y, quando comparada com as outras linhas desta estrutura, é explicada pelo espaçamento entre a linha e a configuração que, para o eixo Y, foi projetado para ser de 2.5  $\mu\text{m}$  e não 2.0  $\mu\text{m}$ , como já comentado. Este espaçamento maior reduziu o efeito de interproximidade, fazendo com que a linha apresentasse a sua largura mais próxima do valor nominal, mas ainda apresentando o efeito de interproximidade.

Os valores médios globais obtidos para as larguras de linha na estrutura 4A para a coluna da direita e da esquerda são mostradas na tabela 2.5.1.

| ESTRUTURA 4A        |                         |                         |   |                         |                         |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|---|-------------------------|-------------------------|
|                     | coluna da direita       |                         |   | coluna da esquerda      |                         |
|                     | média ( $\mu\text{m}$ ) | sigma ( $\mu\text{m}$ ) |   | média ( $\mu\text{m}$ ) | sigma ( $\mu\text{m}$ ) |
| 1 $\mu\text{m}$ X : | 1.106                   | 0.027                   | : | 1.118                   | 0.028                   |
| 1 $\mu\text{m}$ Y : | 1.048                   | 0.029                   | : | 1.054                   | 0.027                   |
| 2 $\mu\text{m}$ X : | 2.264                   | 0.045                   | : | 2.272                   | 0.052                   |
| 2 $\mu\text{m}$ Y : | 2.245                   | 0.044                   | : | 2.242                   | 0.048                   |

Tabela 2.5.1

A estrutura 5A, 6A, 6C e 7C têm como estrutura indutora do efeito de proximidade, a configuração que foi projetada para a avaliação da densidade de defeitos. Como característica principal esta estrutura apresenta uma densidade de configurações muito grande de maneira a simular densidades normalmente encontradas em circuitos integrados de alta integração. Portanto, a correção do efeito de interproximidade nestas estruturas é bastante dificultado levando a obtenção de resultados diferentes daqueles apresentados pela estrutura 4A.

Analisaremos os resultados obtidos nas estruturas 5A e 6A separadamente dos obtidos nas estruturas 6C e 7C pois os processos litográficos empregados na definição de linhas de polissilício e de metal não são os mesmos, o que deverá resultar em comportamentos diferentes com relação ao efeito de proximidade.

Como já mencionado, o range de Bethe, que corresponde ao alcance médio dos elétrons retroespalhados, é uma função dos materiais envolvidos na trajetória dos elétrons. O processo litográfico para a obtenção de linhas no polissilício, consiste na sensibilização de uma camada de eletrorresiste que foi depositada sobre uma camada de óxido que por sua vez foi crescida ou depositada sobre o polissilício. O processo de litografia de linhas em metal consiste basicamente na sensibilização de uma camada de eletrorresiste que foi depositada diretamente sobre o metal. Portanto, no polissilício o elétron atravessa em sua trajetória um sistema ternário composto pelo resiste, pelo óxido e pelo próprio polissilício. No metal, na sua trajetória, o elétron incidente encontra um sistema binário composto do resiste e do metal. O range de Bethe em cada caso será diferente se forem utilizados os mesmos parâmetros litográficos para a definição das linhas de polissilício e de metal 1.

A comparação dos resultados das estruturas 5A e 6A definidas no polissilício com as estruturas correspondentes 6C e 7C definidas no metal 1, nos informará da adoção de diferentes estratégias litográficas para o polissilício e para o metal 1.

As estruturas 5A, figuras 2.5.6 e 2.5.13, e 6A, figuras 2.5.7 e 2.5.14 apresentaram o efeito de interproximidade, como o esperado, para ambas as larguras de linha projetadas, nas direções X e Y. Os valores obtidos para estas estruturas estão mostrados nas tabelas 2.5.2 e 2.5.3

| ESTRUTURA 5A |                   |            |  |                    |            |
|--------------|-------------------|------------|--|--------------------|------------|
|              | coluna da direita |            |  | coluna da esquerda |            |
|              | média (µm)        | sigma (µm) |  | média (µm)         | sigma (µm) |
| 1 µm X       | 1.087             | 0.020      |  | 1.085              | 0.022      |
| 1 µm Y       | 1.140             | 0.017      |  | 1.136              | 0.026      |
| 2 µm X       | 2.242             | 0.030      |  | 2.249              | 0.051      |
| 2 µm Y       | 2.337             | 0.030      |  | 2.324              | 0.038      |

Tabela 2.5.2

# ESTRUTURA 6A

|                   | coluna da direita       |                         |  | coluna da esquerda      |                         |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------|
|                   | média ( $\mu\text{m}$ ) | sigma ( $\mu\text{m}$ ) |  | média ( $\mu\text{m}$ ) | sigma ( $\mu\text{m}$ ) |
| 2 $\mu\text{m}$ X | 2.161                   | 0.027                   |  | 2.156                   | 0.035                   |
| 2 $\mu\text{m}$ Y | 2.246                   | 0.030                   |  | 2.235                   | 0.039                   |
| 4 $\mu\text{m}$ X | 4.270                   | 0.047                   |  | 4.236                   | 0.051                   |
| 4 $\mu\text{m}$ Y | 4.282                   | 0.051                   |  | 4.254                   | 0.047                   |

Tabela 2.5.3

Da análise dos gráficos das figuras 2.5.6, 2.5.7, 2.5.13 e 2.5.14 e das tabelas 2.5.2 e 2.5.3, conclue-se que o efeito de proximidade está presente até para as linhas de largura nominal de projeto de 4  $\mu\text{m}$  o que nos leva a concluir que o fabricante não adota nenhuma estratégia para correção do efeito de interproximidade.

# ESTRUTURA 6C

|                   | coluna da direita       |                         |  | coluna da esquerda      |                         |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------|
|                   | média ( $\mu\text{m}$ ) | sigma ( $\mu\text{m}$ ) |  | média ( $\mu\text{m}$ ) | sigma ( $\mu\text{m}$ ) |
| 2 $\mu\text{m}$ X | 2.048                   | 0.032                   |  | 2.023                   | 0.016                   |
| 2 $\mu\text{m}$ Y | 2.107                   | 0.026                   |  | 2.090                   | 0.028                   |
| 4 $\mu\text{m}$ X | 4.064                   | 0.037                   |  | 4.018                   | 0.036                   |
| 4 $\mu\text{m}$ Y | 4.102                   | 0.038                   |  | 4.079                   | 0.044                   |

Tabela 2.5.4

# ESTRUTURA 7C

|                   | coluna da direita       |                         |  | coluna da esquerda      |                         |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------|
|                   | média ( $\mu\text{m}$ ) | sigma ( $\mu\text{m}$ ) |  | média ( $\mu\text{m}$ ) | sigma ( $\mu\text{m}$ ) |
| 2 $\mu\text{m}$ X | 2.011                   | 0.028                   |  | 1.987                   | 0.021                   |
| 2 $\mu\text{m}$ Y | 2.088                   | 0.025                   |  | 2.060                   | 0.032                   |
| 4 $\mu\text{m}$ X | 4.037                   | 0.034                   |  | 3.996                   | 0.041                   |
| 4 $\mu\text{m}$ Y | 3.994                   | 0.034                   |  | 3.964                   | 0.039                   |

Tabela 2.5.5

Através da análise dos gráficos 2.5.8,9,15 e 16 e das tabelas 2.5.5 e 2.5.6, podemos verificar que o efeito de interproximidade nas estruturas construídas em metal 1 foi minimizado, estando dentro dos limites de  $\pm 5\%$  do valor nominal de projeto das larguras de linha. Quando comparamos estes resultados com os obtidos para as estruturas 5A e 6A, verificamos que o efeito de proximidade foi reduzido nas estruturas de metal 1, devido a um possível ajuste dos processos litográfico e de ataque do metal de maneira a compensar este efeito. A otimização do processo litográfico no metal 1, leva a um fraco desempenho do processo quanto ao efeito de proximidade no nível do polissilício, causado pela diferente composição do substrato e do número diferente de camadas a serem atravessadas pelos elétrons incidentes.

A não influência das estruturas periódicas gravadas no polissilício sobre a largura de linha pode ser verificada da comparação dos resultados obtidos para as estruturas 6C e 7C. As estruturas periódicas provocam uma variação na topografia do dispositivo que podem afetar o valor da largura de linha pela desfocalização do feixe, relacionada com a profundidade de foco do sistema eletroóptico do equipamento de litografia, e também pela variação na espessura do resiste empregado. O fato de não ter se notado a influência da variação na topografia sobre a largura de linha, pode significar que para as dimensões estabelecidas na regra de projeto a variação de topografia não é significativa, ou seja as variações topográficas são menores que a profundidade de campo de foco do sistema eletroóptico e que a variação introduzida na espessura do resiste está dentro dos limites de controle do processo de deposição de resiste.

Existe também a possibilidade da utilização de técnicas de planarização do substrato de maneira a diminuir as variações da topografia.

### 2.5.2 Aberrações do sistema eletroóptico

Da observação das figuras apresentadas, vemos que existe uma diferença nos valores obtidos para as larguras de linha medidas no eixo X e no eixo Y. Esta diferença é explicada pela aberração do sistema eletroóptico conhecida como astigmatismo. O astigmatismo é uma distorção no feixe eletrônico causada pela assimetria das lentes eletromagnéticas responsáveis pela focalização do feixe. Esta distorção faz com que o feixe apresente secção elíptica, quando deveria ter secção circular, o que causa uma dependência nas larguras de linha com a direção em que a linha é escrita.

O astigmatismo do feixe é dependente da posição do feixe em relação ao centro do sistema eletroóptico. Quanto mais afastado do eixo do sistema, maior a distorção causada pelas imperfeições das lentes. Portanto o astigmatismo, e por conseguinte as larguras das linhas, são dependentes da varredura do feixe. Esta varredura é definida pelo tamanho de campo utilizado que é dependente da estratégia de escrita.

Analizando-se o comportamento das larguras de linha escritas nas direções X e Y, em função da posição da estrutura de teste dentro da lâmina, podemos deduzir o tamanho de campo utilizado pelo fabricante, bem como inferir sobre as características do equipamento de litografia por feixe eletrônico utilizado na fabricação destes dispositivos.

A seguir apresentamos a tabela 2.5.6 que resume os valores médios e os desvios normalizados em relação aos valores nominais projetados, encontrados para as larguras de linha nas direções X e Y, por estrutura de teste, para as colunas da direita e da esquerda.

|    | Coluna da esquerda |       |       |       |  | Coluna da direita |       |       |       |  |
|----|--------------------|-------|-------|-------|--|-------------------|-------|-------|-------|--|
|    | LW1X               | LW1Y  | LW2X  | LW2Y  |  | LW1X              | LW1Y  | LW2X  | LW2Y  |  |
| 1A | 0.878              | 0.903 | 1.026 | 1.005 |  | 0.870             | 0.891 | 1.017 | 1.005 |  |
|    | 0.032              | 0.034 | 0.027 | 0.023 |  | 0.035             | 0.033 | 0.026 | 0.022 |  |
| 2A | 0.995              | 1.018 | 1.015 | 0.979 |  | 0.989             | 1.007 | 1.011 | 0.980 |  |
|    | 0.016              | 0.013 | 0.011 | 0.009 |  | 0.015             | 0.011 | 0.012 | 0.016 |  |
| 4A | 1.118              | 1.054 | 1.136 | 1.121 |  | 1.106             | 1.048 | 1.132 | 1.122 |  |
|    | 0.028              | 0.027 | 0.026 | 0.024 |  | 0.027             | 0.029 | 0.023 | 0.022 |  |
| 5A | 1.085              | 1.136 | 1.124 | 1.162 |  | 1.087             | 1.140 | 1.121 | 1.168 |  |
|    | 0.022              | 0.026 | 0.026 | 0.019 |  | 0.020             | 0.017 | 0.015 | 0.015 |  |
| 6A | 1.078              | 1.117 | 1.059 | 1.063 |  | 1.080             | 1.123 | 1.067 | 1.070 |  |
|    | 0.018              | 0.020 | 0.013 | 0.012 |  | 0.014             | 0.015 | 0.012 | 0.014 |  |
| 6C | 1.011              | 1.045 | 1.004 | 1.020 |  | 1.024             | 1.053 | 1.016 | 1.025 |  |
|    | 0.016              | 0.013 | 0.009 | 0.010 |  | 0.008             | 0.014 | 0.009 | 0.011 |  |
| 7C | 0.993              | 1.030 | 0.999 | 0.991 |  | 1.005             | 1.044 | 1.009 | 0.998 |  |
|    | 0.014              | 0.013 | 0.009 | 0.009 |  | 0.011             | 0.016 | 0.010 | 0.010 |  |

Tabela 2.5.6

A tabela 2.5.6 permite verificar que o efeito de proximidade embutido em cada resultado mascara o efeito das distorções nas largura de linha. Como o efeito de proximidade independe da direção em que é escrita a linha, podemos eliminá-lo pela subtração dos valores obtidos para as larguras de linha orientadas segundo o eixo Y dos valores do eixo X. Valores positivos indicam que o astigmatismo do feixe é maior no eixo Y ou seja, o feixe possui o diâmetro em X maior que o diâmetro em Y.

Da análise da tabela 2.5.6, podemos verificar que existem três classes distintas de comportamento.

A primeira corresponde aos resultados apresentados pela estrutura 4A. Para esta estrutura os resultados indicam a existência de astigmatismo do feixe no eixo X. Este resultado está mascarado pela existência do efeito de proximidade diferenciado nesta estrutura, devido a separação diferenciada para as linhas de 1  $\mu$ m em X e em Y.

A segunda classe de comportamento, corresponde ao apresentado pelas estruturas 5A, 6A, 6C e 7C . Nestas estruturas, os resultados obtidos indicam que para LW1 e LW2, o feixe de elétrons é astigmático apresentando o seu diâmetro em X maior que o diâmetro em Y. Os resultados obtidos para LW2 para as estruturas 6A, 6C e 7C, apresentam valores muito pequenos indicando que para linhas com largura de 4  $\mu\text{m}$  o efeito do astigmatismo do feixe é desprezível. O resultado da estrutura 5A mostra o astigmatismo do feixe para linhas de 1  $\mu\text{m}$  não é desprezível.

A terceira classe corresponde ao comportamento apresentado pelas estruturas 1A e 2A. Os valores apresentados mostram que para as linhas de 1  $\mu\text{m}$  o astigmatismo é maior no eixo Y. Já para as linhas de 2  $\mu\text{m}$  os resultados apontam por um astigmatismo no eixo X. Este tipo de comportamento não é esperado pois o eixo de assimetria do feixe só depende do sistema eletroóptico. Apesar deste comportamento ser contrário ao esperado, ele é pouco significativo pois os desvios são da mesma ordem de grandeza das diferenças dos valores em X e Y.



### 2.5.3 Desvios da largura de linha induzidos pelo processo

O processo litográfico em suas varias etapas, introduz desvios nos valores projetados para as dimensões presentes no circuito integrado. Estes desvios podem acontecer em diversas etapas do processo e resultam em um "offset", que pode ser positivo ou negativo representando um aumento ou diminuição na dimensão nominal. Com a utilização do processo este "offset" se desloca, aumentando ou diminuindo o seu valor. Existe portanto a necessidade de se monitorar este "offset" mantendo-o sobre controle. Uma vez conhecido e controlado o "offset", pode-se alterar os valores projetados para as dimensões de maneira a compensá-lo.

As estruturas propostas para medida de largura de linha foram projetadas de maneira a possibilitar a avaliação dos desvios do processo. A variação  $\Delta W$  induzida pelo processo obtida da equação (2.3.8) esta representada nas figuras de 2.5.18 a 2.5.31 para as estruturas propostas e para as colunas da direita e da esquerda.

Variação da largura de linha  
induzida pelo processo  
estrutura 1A coluna da direita

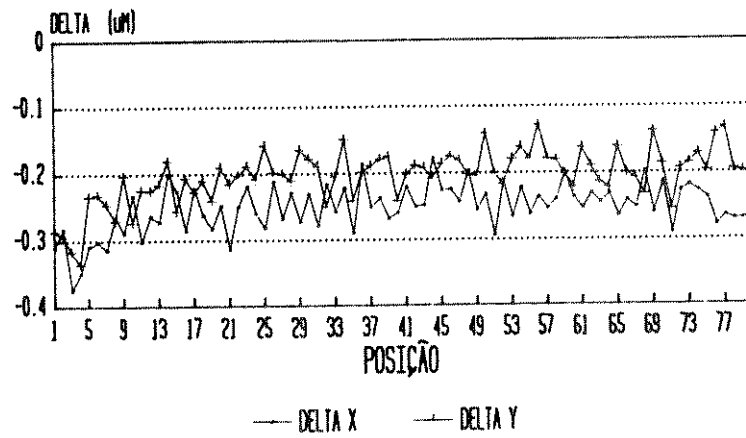


fig 2.5.18

Figura 2.5.18. Variação da largura de linha induzida pelo processo para a estrutura 1A coluna da direita .

Variação da largura de linha  
induzida pelo processo  
estrutura 2A coluna da direita

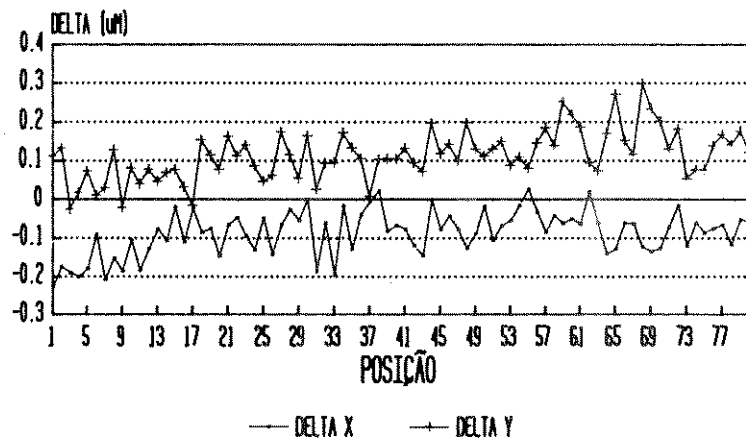


fig 2.5.19

Figura 2.5.19. Variação da largura de linha induzida pelo processo para a estrutura 2A coluna da direita.

Variação da largura de linha  
induzida pelo processo  
estrutura 4A coluna da direita

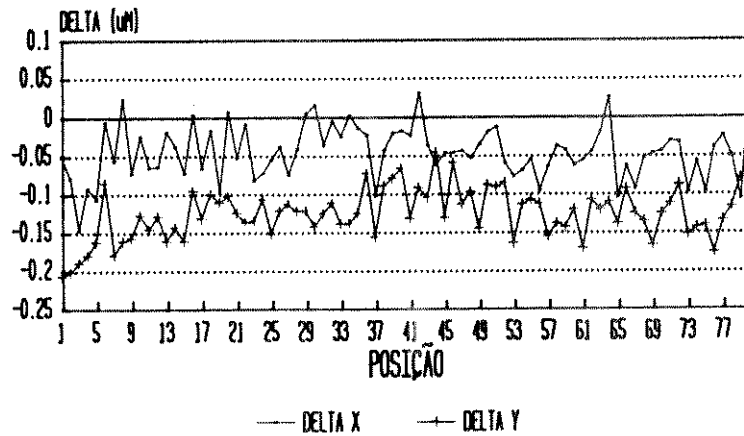


fig 2.5.20

Figura 2.5.20. Variação da largura de linha induzida pelo processo para a estrutura 4A coluna da direita.

Variação da largura de linha  
induzida pelo processo  
estrutura 5A coluna da direita

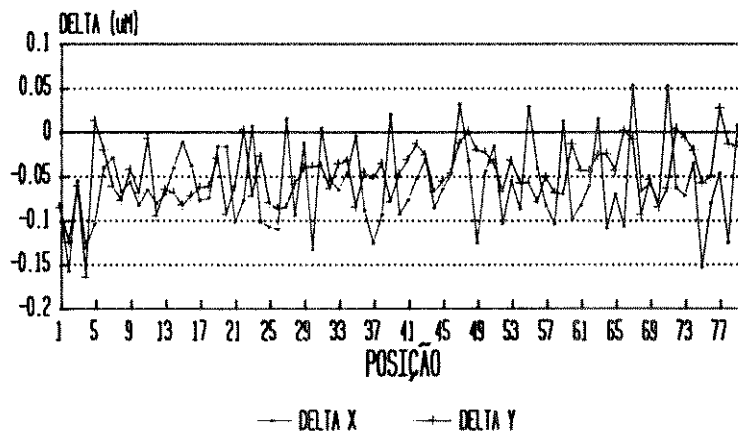


fig 2.5.21

Figura 2.5.21. Variação da largura de linha induzida pelo processo para a estrutura 5A coluna da direita.

Variação da largura de linha  
induzida pelo processo  
estrutura 6A coluna da direita

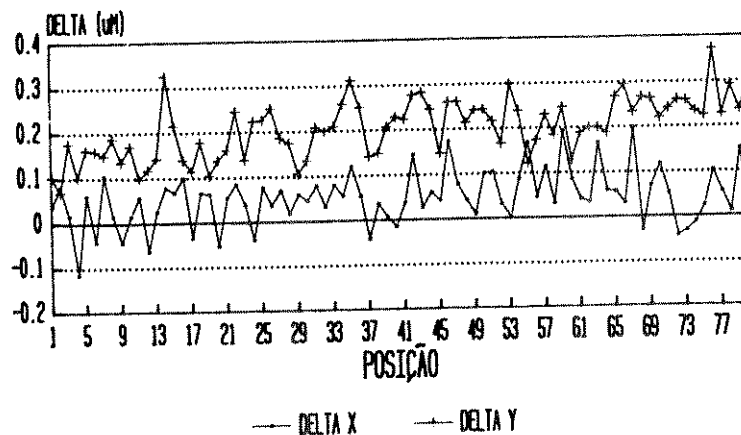


fig 2.5.22

Figura 2.5.22. Variação da largura de linha induzida pelo processo para a estrutura 6A coluna da direita.

Variação da largura de linha  
induzida pelo processo  
estrutura 1A coluna da esquerda

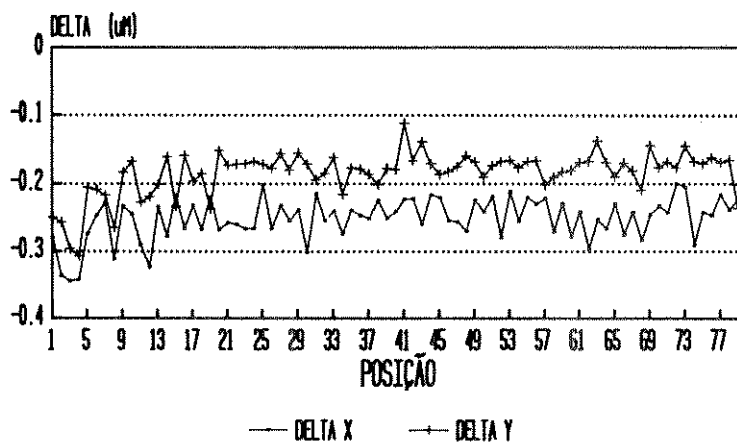


fig 2.5.23

Figura 2.5.23. Variação da largura de linha induzida pelo processo para a estrutura 1A coluna da esquerda.

Variação da largura de linha  
induzida pelo processo  
estrutura 2A coluna da esquerda

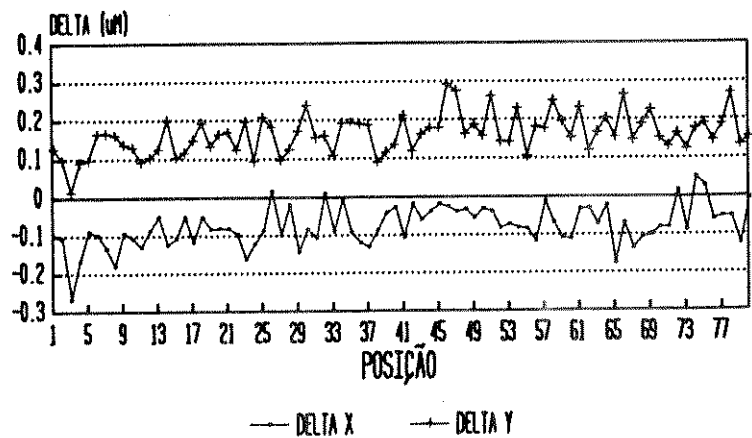


fig 2.5.24

Figura 2.5.24. Variação da largura de linha induzida pelo processo para a estrutura 2A coluna da esquerda.

Variação da largura de linha  
induzida pelo processo  
estrutura 4A coluna da esquerda

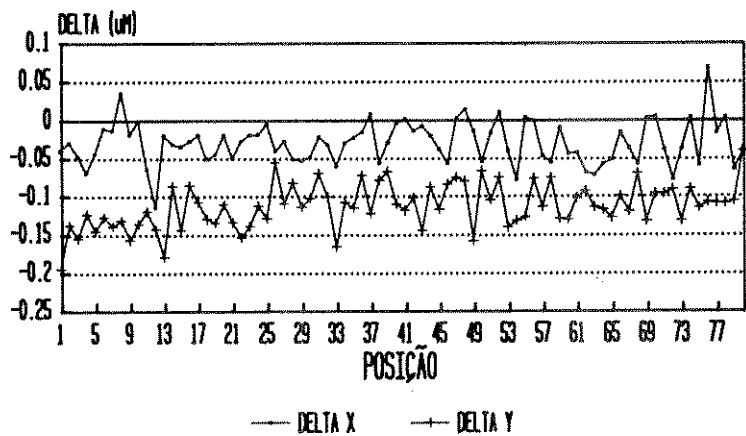


fig 2.5.25

Figura 2.5.25. Variação da largura de linha induzida pelo processo para a estrutura 4A coluna da esquerda.

Variação da largura de linha  
induzida pelo processo  
estrutura 5A coluna da esquerda

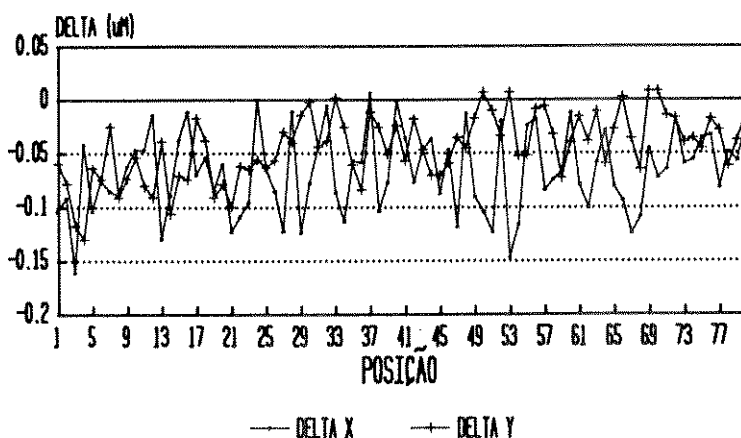


fig 2.5.26

Figura 2.5.26. Variação da largura de linha induzida pelo processo para a estrutura 5A coluna da esquerda.

Variação da largura de linha  
induzida pelo processo  
estrutura 6A coluna da esquerda

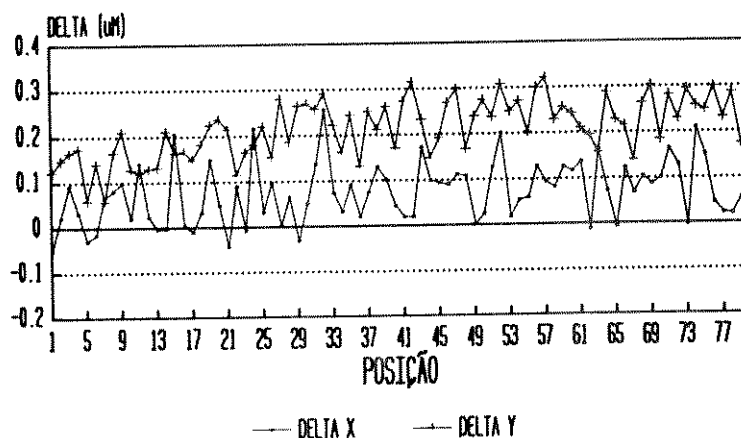


fig 2.5.27

Figura 2.5.27. Variação da largura de linha induzida pelo processo para a estrutura 6A coluna da esquerda.

Variação da largura de linha  
induzida pelo processo  
estrutura 6C coluna da esquerda

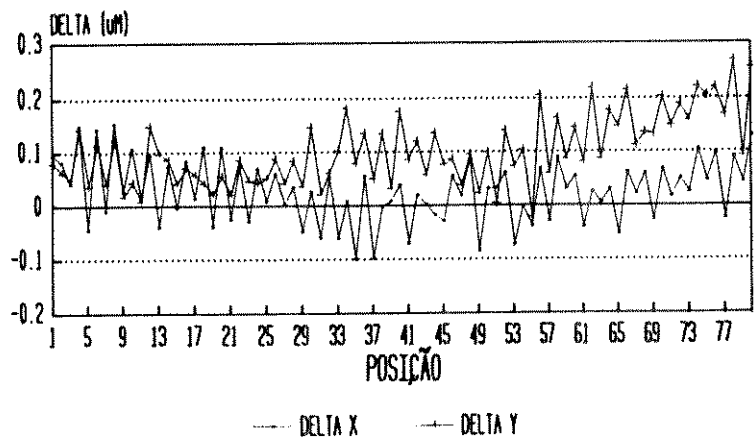


fig 2.5.30

Figura 2.5.30. Variação da largura de linha induzida pelo processo para a estrutura 6C coluna da esquerda.

Variação da largura de linha  
induzida pelo processo  
estrutura 7C coluna da esquerda

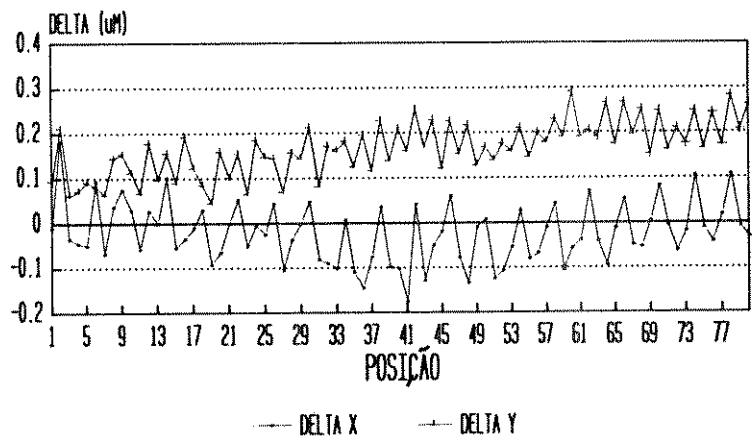


fig 2.5.31

Figura 2.5.31. Variação da largura de linha induzida pelo processo para a estrutura 7C coluna da esquerda.

Apresentamos na tabela 2.5.3.1 um resumo dos resultados obtidos com os valores médios da variação para cada estrutura de teste.

|   |     | delta X    |            | delta Y    |            |
|---|-----|------------|------------|------------|------------|
|   |     | média (µm) | sigma (µm) | média (µm) | sigma (µm) |
| D | 11A | -0.252     | 0.024      | -0.203     | 0.030      |
| I | 12A | -0.086     | 0.040      | 0.116      | 0.046      |
| R | 14A | -0.045     | 0.021      | -0.124     | 0.023      |
| E | 15A | -0.058     | 0.018      | -0.047     | 0.021      |
| I | 16A | 0.051      | 0.031      | 0.207      | 0.046      |
| T | 16C | 0.031      | 0.035      | 0.115      | 0.037      |
| A | 17C | -0.014     | 0.035      | 0.192      | 0.045      |
|   |     |            |            |            |            |
| E | 11A | -0.252     | 0.021      | -0.185     | 0.027      |
| S | 12A | -0.075     | 0.035      | 0.165      | 0.031      |
| Q | 14A | -0.030     | 0.014      | -0.112     | 0.017      |
| U | 15A | -0.067     | 0.017      | -0.044     | 0.022      |
| E | 16A | 0.074      | 0.026      | 0.215      | 0.046      |
| R | 16C | 0.028      | 0.031      | 0.103      | 0.046      |
| D | 17C | -0.022     | 0.031      | 0.167      | 0.042      |
| A |     |            |            |            |            |

TABELA 2.5.3.1

Ao deduzirmos a equação 2.3.8, foi considerado que o fator que altera a largura de linha projetada é o "offset" do processo e que o seu valor é independente da dimensão da estrutura. Esta afirmação é verdadeira desde que não tenhamos a ocorrência de outro fator que afete a largura de linha e que seja dependente das dimensões envolvidas. Este é o caso do efeito de proximidade e do astigmatismo do feixe, que estão presentes em todas as estruturas.

Desta maneira, os resultados obtidos para o desvio da largura de linha induzido pelo processo foram mascarados pelo efeito de proximidade e pelo astigmatismo do feixe, tornando sem efeito a análise destes resultados.



## CAPÍTULO 3

### O ERRO DE OVERLAY

#### 3.1 Estrutura de teste proposta

A estrutura de teste proposta para avaliação do erro de overlay foi projetada de maneira a aproveitar uma das características do processo de fabricação de circuitos integrados pela tecnologia CMOS, que é o auto alinhamento das regiões de dreno e fonte com a porta por meio da implantação destas regiões utilizando a porta de polissilício como máscara. Desta maneira as dimensões das regiões do dreno e da fonte são função do desalinhamento entre as máscaras de difusão e a máscara de definição da região de porta dos transistores CMOS.

A estrutura mostrada na figura 3.1.1, consiste na definição de um resistor na região ativa N que após a implantação iônica através de uma barra definida no polissilício, resulta em dois resistores cujos valores são função do desalinhamento entre a máscara de definição do resistor na região ativa e a máscara de definição da barra de polissilício. Se  $\Delta$  for o desalinhamento entre as máscaras de definição do resistor e a de definição da barra,  $W$  a largura do resistor e  $L$  o seu comprimento, os valores dos resistores resultantes à direita e à esquerda da barra de polissilício podem ser calculados como:

$$R_D = R_S * L / (W + \Delta) \quad (3.1.1)$$

$$R_E = R_S * L / (W - \Delta) \quad (3.1.2)$$

O valor de  $\Delta$  pode ser obtido em função de  $R_D$  e  $R_E$

$$\Delta = 0.5 * R_S * L * ( (1/R_E) - (1/R_D) ) \quad (3.1.3)$$

Portanto, para obtermos o valor do erro de overlay é necessário medir-se os valores dos resistores  $R_D$ ,  $R_E$  e  $R_S$ .

Esta estrutura pode ser repetida de maneira a poder-se avaliar o erro de overlay nas direções X e Y.

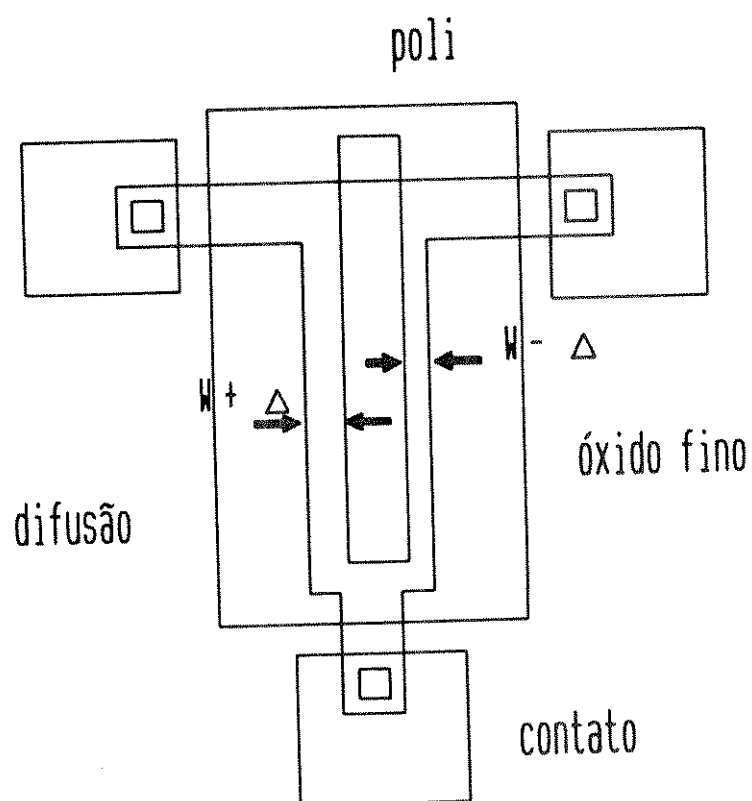


fig. 3.1.1

Figura 3.1.1 Estrutura de teste para medida do erro de overlay em circuitos com tecnologia CMOS.

A estrutura de teste proposta para medida de overlay consiste da composição de quatro estruturas para medida de overlay de maneira a possibilitar a avaliação deste erro na direção X e Y. A figura 3.1.2 apresenta a estrutura de teste proposta. Com esta estrutura é possível determinarmos o deslocamento, a rotação e a distorção causadas à estrutura pelo erro de overlay do equipamento de escrita por feixe eletrônico

A estrutura de teste proposta recebeu o nome de estrutura 1B e foi distribuída no circuito de teste de maneira a compor uma estrutura por quadrante, posicionada no centro do quadrante.

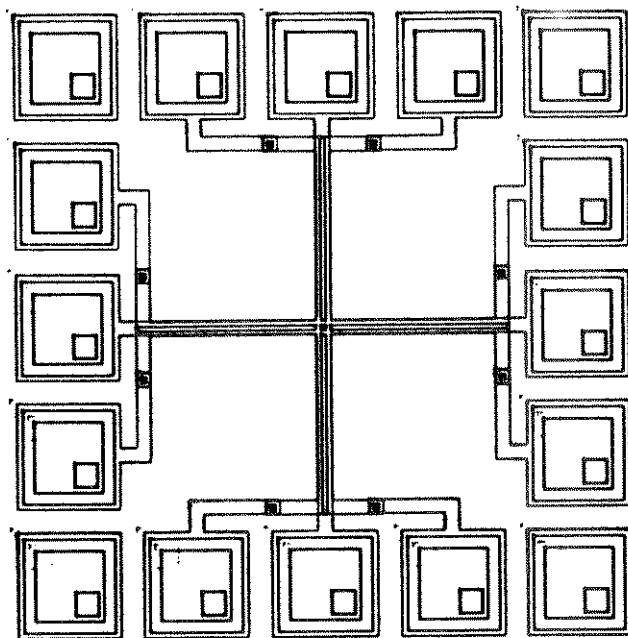


Figura 3.1.2 Estrutura de teste proposta para a avaliação do erro de overlay.

### 3.2. O erro do método de avaliação do erro de overlay

Para a determinação do erro do método proposto é necessário a determinação do erro do método de obtenção da resistência de folha, e do erro do método de obtenção dos resistores  $R_D$  e  $R_E$ .

A equação 3.1.3, que apresenta o cálculo do erro de overlay para a estrutura de teste é semelhante a equação (2.3.5.15) que expressa o cálculo da largura de linha em estruturas tipo ponte, e o erro do cálculo de overlay assume a mesma expressão do erro da determinação da largura de linha mostrado na equação (2.4.16).

O erro do método proposto pode portanto ser calculado como sendo :

$$(\sigma\Delta/\Delta)^2 = (\sigma R_s/R_s)^2 + (\sigma L/L)^2 + (\sigma I/I)^2 + (\sigma V/V)^2$$

(3.2.1)

Como o método de medida do erro de overlay é idêntico ao método empregado na determinação da largura de linha, o valor do erro do método de determinação do erro de overlay apresenta o mesmo valor.

### 3.3 Os procedimentos das medidas e a análise dos resultados obtidos

Para a avaliação do erro de overlay nas estruturas propostas, empregamos os mesmos equipamentos utilizados para a avaliação da resistência de folha e da largura de linha. Como para a determinação do erro de overlay é necessário a medida de resistores gravados na difusão, o mesmo esquema básico de medidas com fontes de corrente e medidores de tensão, foi utilizado. O esquema adotado está mostrado na figura 3.3.1, detalhado para medida no eixo X. Com este esquema foram medidos os dois resistores de cada braço da estrutura totalizando oito resistores medidos para cada estrutura. As medidas foram realizadas utilizando-se o equipamento HP 4145 acoplado via interface GP-IB a um microcomputador como já descrito. Desta maneira foram medidas 4 estruturas por circuito em 20 circuitos para cada coluna, totalizando 1280 medidas realizadas.

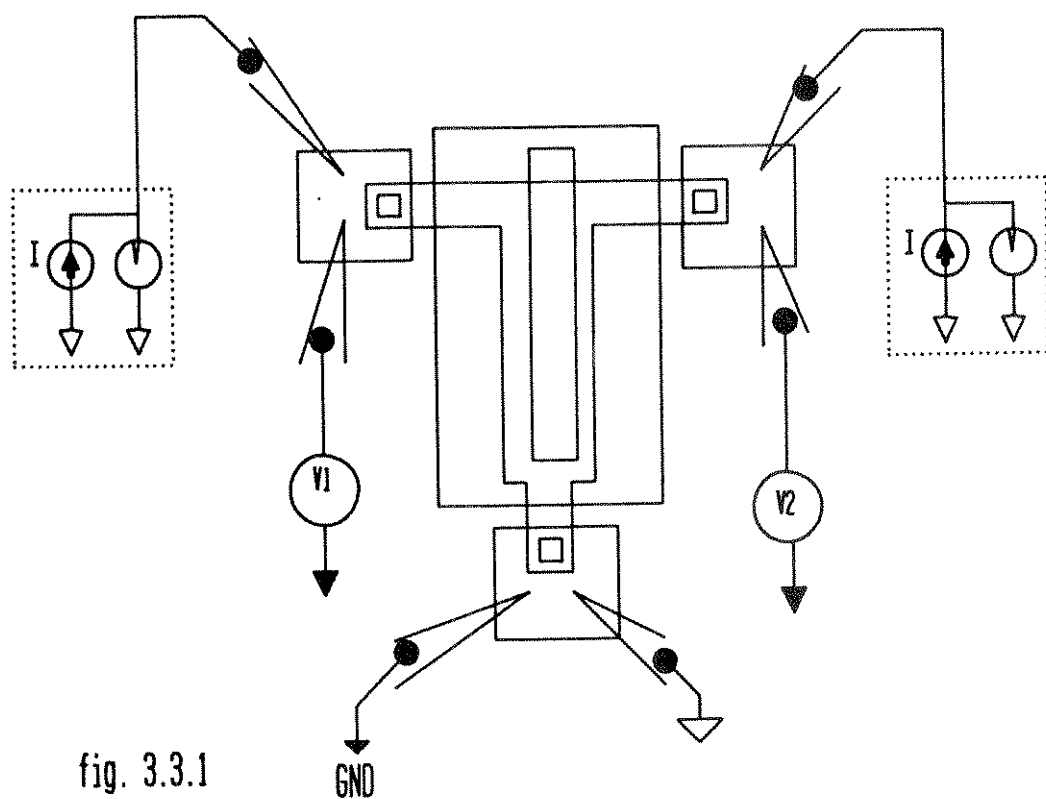


Figura 3.3.1 Esquema utilizado para medida do erro de overlay.



O erro de overlay foi calculado através da equação (3.1.3) obtendo-se assim dois valores de erro em X e dois em Y. A partir destes valores, foi calculado o deslocamento relativo entre os níveis de difusão e de polissilício tendo como referência o centro dos eixos de simetria da estrutura.

Os resultados obtidos para o deslocamento foram representados sob a forma de vetores cujos módulos e ângulos correspondem ao deslocamento composto pelos deslocamentos nas direções X e Y.

A figura 3.3.2 mostra esquematicamente os deslocamentos relativos, sob forma de vetor, para cada quadrante nos 20 circuitos avaliados para as colunas da direita e da esquerda.

Além do deslocamento foi também calculada a rotação relativa dos eixos da estrutura. Outro parâmetro importante foi obtido da rotação dos eixos, que é a não ortogonalidade causada por distorções no sistema de posicionamento relativo feixe/mesa.

Com base nos dados de rotação obtidos foi construído um gráfico que apresenta os ângulos de rotação dos eixos X e Y em função da posição da estrutura na lâmina, que é mostrado na figura 3.3.3.

A diferença dos ângulos de rotação das estruturas que representa a distorção dos eixos ortogonais é mostrada na figura 3.3.4.

|    | E  | D |    | E  | D  |    | E  | D  |
|----|----|---|----|----|----|----|----|----|
| 01 |    |   | 08 | ↗  | ↖  | 14 | ↗↗ | ↗↗ |
| 02 | .  |   | 09 | ↘  |    | 15 | ↗↗ | ↗↗ |
| 03 | :  |   | 10 | ↗↗ | ↖↖ | 16 | ↗↗ | ↗↗ |
| 04 | ;  | ↖ | 11 | ↗↗ | ↗↗ | 17 | ↗↗ | ↗↗ |
| 05 | ↗  | ↖ | 12 | ↗↗ | ↗↗ | 18 | ↖↖ | ↖↖ |
| 06 | ↖  | : | 13 | ↗↗ | ↗↗ | 19 | ↗↗ | ↖↖ |
| 07 | ↖↖ | ↖ |    |    |    | 20 | ↗↗ | ↖↖ |

Figura 3.3.2 Representação esquemática dos deslocamentos relativos, sob forma de vetor, para cada quadrante nos 20 circuitos avaliados para as colunas da direita e da esquerda.

# Rotação das estruturas Estrutura 1B

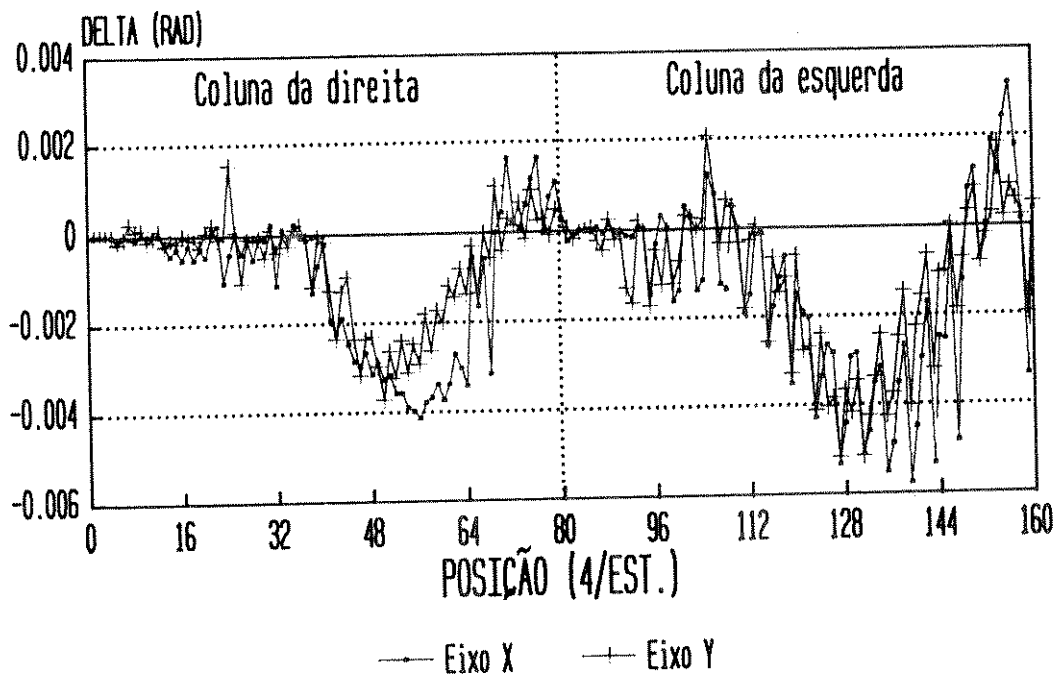


fig 3.3.3

Figura 3.3.3 Ângulos de rotação dos eixos X e Y em função da posição da estrutura na lâmina.

## Distorção das estruturas Estrutura 1B

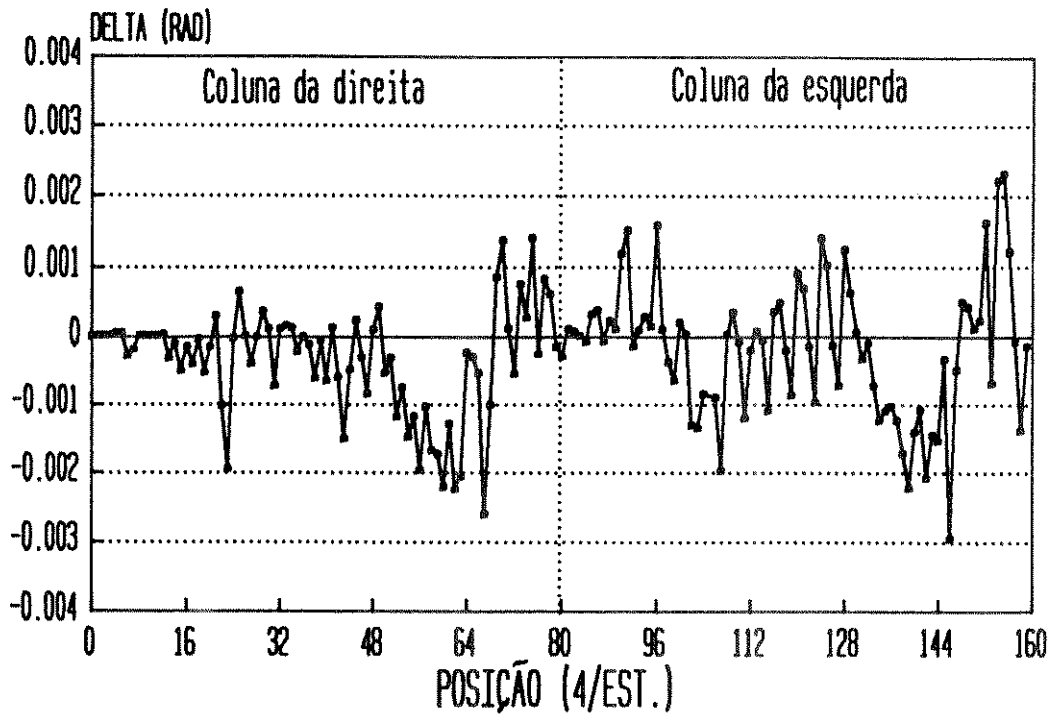


fig 3.3.4

Figura 3.3.4 Diferença dos ângulos de rotação das estruturas que representa a distorção dos eixos ortogonais.

Ao analisarmos o erro de overlay devemos levar em conta que as estruturas foram construídas utilizando duas colunas da periferia da lâmina, o que representa uma condição bastante desfavorável, pois é nas periferias que estes erros são maiores, e não se pode deduzir um comportamento global para o equipamento de litografia.

Uma análise detalhada da figura 3.3.2, permite-nos verificar que os erros de overlay de deslocamento são maiores na metade inferior das colunas diminuindo para as extremidades superiores e inferiores. O erro de overlay máximo observado corresponde a um deslocamento de  $-0.662 \mu\text{m}$  na direção X e  $-0.644 \mu\text{m}$  na direção Y. Cabe notar que estes valores, apesar de bastante elevados se considerarmos as precisões inerentes aos equipamentos de escrita por feixe de elétrons, estão dentro do permitido pela regra de projeto imposta pelo fabricante.

O gráfico da figura 3.3.3 mostra um comportamento semelhante para a rotação relativa dos eixos da estrutura. Verifica-se que a coluna da esquerda apresenta valores de rotação maiores do que os apresentados pela coluna da direita. Neste gráfico pode-se obter a posição do circuito medido pela divisão por quatro dos valores representados na ordenada, correspondendo a posição 80 ao vigésimo circuito de teste da coluna da direita e a posição 160 ao vigésimo circuito de teste da coluna da esquerda.

A figura 3.3.4 mostra a distorção causada pela não ortogonalidade entre os eixos de rotação. Verifica-se que esta distorção ocorre nas mesmas regiões já citadas.

Das análises anteriores podemos concluir que o fabricante não adota estratégia de alinhamento com marcas localizadas no interior dos circuitos, mas sim marcas globais situadas na periferia da lâmina. Uma inspeção visual por microscópio posterior confirmou esta suposição, pois foram observadas marcas de alinhamento apenas na periferia da lâmina.

Esta estratégia foi adotada pelo fabricante com base nos valores de erro de overlay permitida pela regra de projeto, e pela produtividade que é majorada com a diminuição do tempo global necessário para a detecção das marcas de alinhamento.

Uma evolução no processo para litografias de dimensões abaixo de 1  $\mu\text{m}$  certamente provocará numa mudança da estratégia adotada para o alinhamento, implicando numa redução na produtividade do processo.

### A DENSIDADE DE DEFEITOS

#### 4.1 Estrutura de teste proposta

A estrutura proposta para avaliação da densidade de defeitos consiste basicamente de um conjunto contendo uma serpentina sensora posicionada entre duas estruturas tipo pente interdigitadas, definida litograficamente em um substrato condutor, como mostra a figura 4.1.1.

A detecção de defeitos é feita forçando-se a passagem de corrente entre dois terminais da estrutura e medindo-se a diferença de potencial entre estes terminais. Defeitos relacionados com circuito aberto são indicados por um alto valor na diferença de potencial entre os terminais da serpentina. Defeitos relacionados com curto-circuito são indicados por um baixo, ou mesmo zero, valor da diferença de potencial entre os terminais das estruturas tipo pente e o da serpentina.

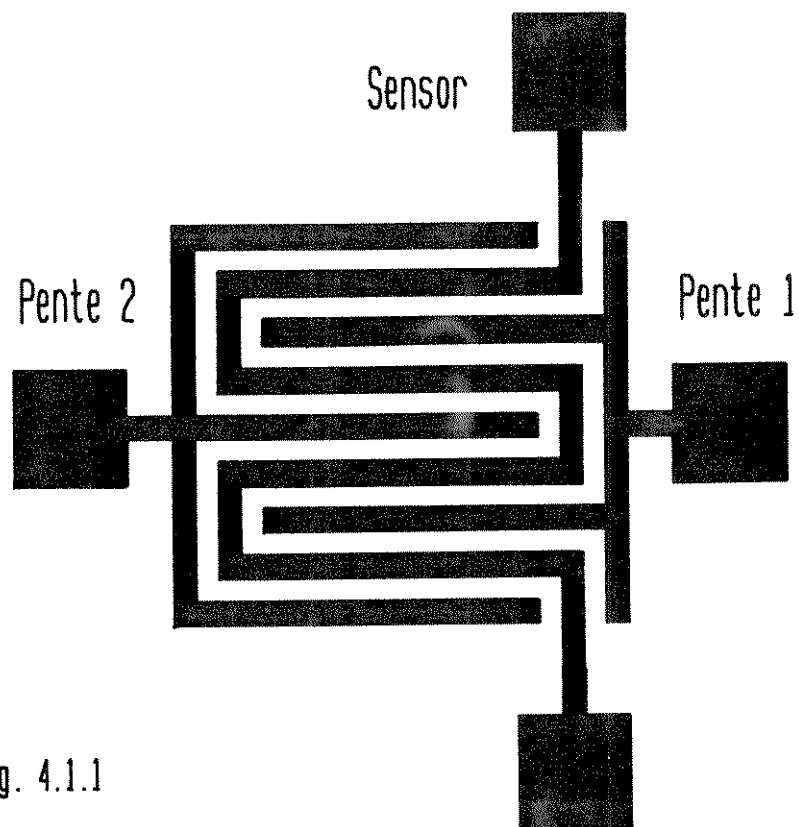


fig. 4.1.1

Figura 4.1.1 Estrutura básica para avaliação da densidade de defeitos.



Três parâmetros são importantes na avaliação da densidade de defeitos, a área coberta pela estrutura de teste, o espaçamento entre a serpentina e as estruturas tipo pente e a largura da linha que forma a serpentina. No caso das estruturas de teste propostas, o espaçamento entre as linhas e a sua largura mínima foram limitadas pelas regras de projeto impostas pela fundição utilizada para a fabricação dos circuitos. A regra de projeto especifica que a menor dimensão, bem como o menor espaçamento permitido é de  $2\text{ }\mu\text{m}$  para os níveis de polissilício e de metal 1 onde foram definidas as estruturas de teste. Devido a esta limitação, o menor defeito fatal possível de ser detectado pela estrutura de teste é de  $2\text{ }\mu\text{m}$ . A utilização de dimensões inferiores à regra de projeto levaria a detecção de defeitos não necessariamente causados por contaminação, confundindo-os com os defeitos inerentes aos limites do processo.

As estruturas como propostas detectam a presença de um defeito fatal mas não são capazes de qualificar a natureza deste. Uma vez detectado o defeito e conhecida a sua posição dentro do circuito, técnicas de inspeção ópticas ou por microscópio eletrônico complementam o método, qualificando a sua natureza e indicando a sua provável origem.

A densidade de defeitos indicada por esta estrutura representa a presença de defeitos fatais por unidade de área, pois esta não detecta a ocorrência múltipla de um mesmo tipo de defeito na área inspecionada.

Ao se distribuir a estrutura de teste por toda a lâmina processada, o número de estruturas que indicarem defeitos fatais resultará no rendimento global do processo de fabricação.

A figura 4.1.2 mostra a estrutura de teste proposta para avaliação da densidade de defeitos. Ela é composta por quatro regiões sensoras separadas pela estrutura para medida de largura de linha já comentada. Cada região sensora define uma área de  $32400 \mu\text{m}^2$ , ou  $0.000324 \text{ cm}^2$ . Foram construídas em polissilício em um mesmo quadrante duas estruturas idênticas sob o aspecto de detecção da densidade de defeitos. Estas estruturas foram identificadas como 5A e 6A. No nível de metal 1 foram construídas também duas estruturas idênticas por quadrante, 6C e 7C. A estrutura 6C foi construída sobre uma estrutura periódica com linhas e espaços de  $2\mu\text{m}$  em polissilício, de maneira a se estudar a influência da topografia no aparecimento de defeitos fatais. A figura 4.1.3 mostra a estrutura 6C. A estrutura 7C é idêntica a esta, sem a estrutura periódica em polissilício.

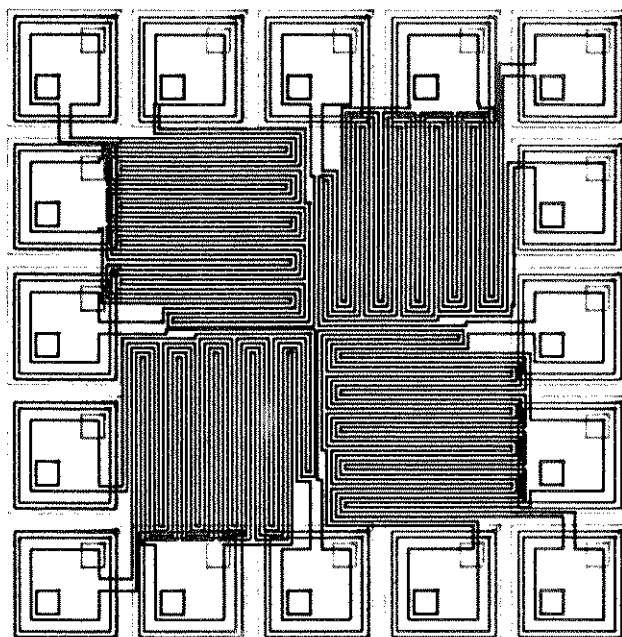


Figura 4.1.2 Estrutura de teste proposta para avaliação da densidade de defeitos.

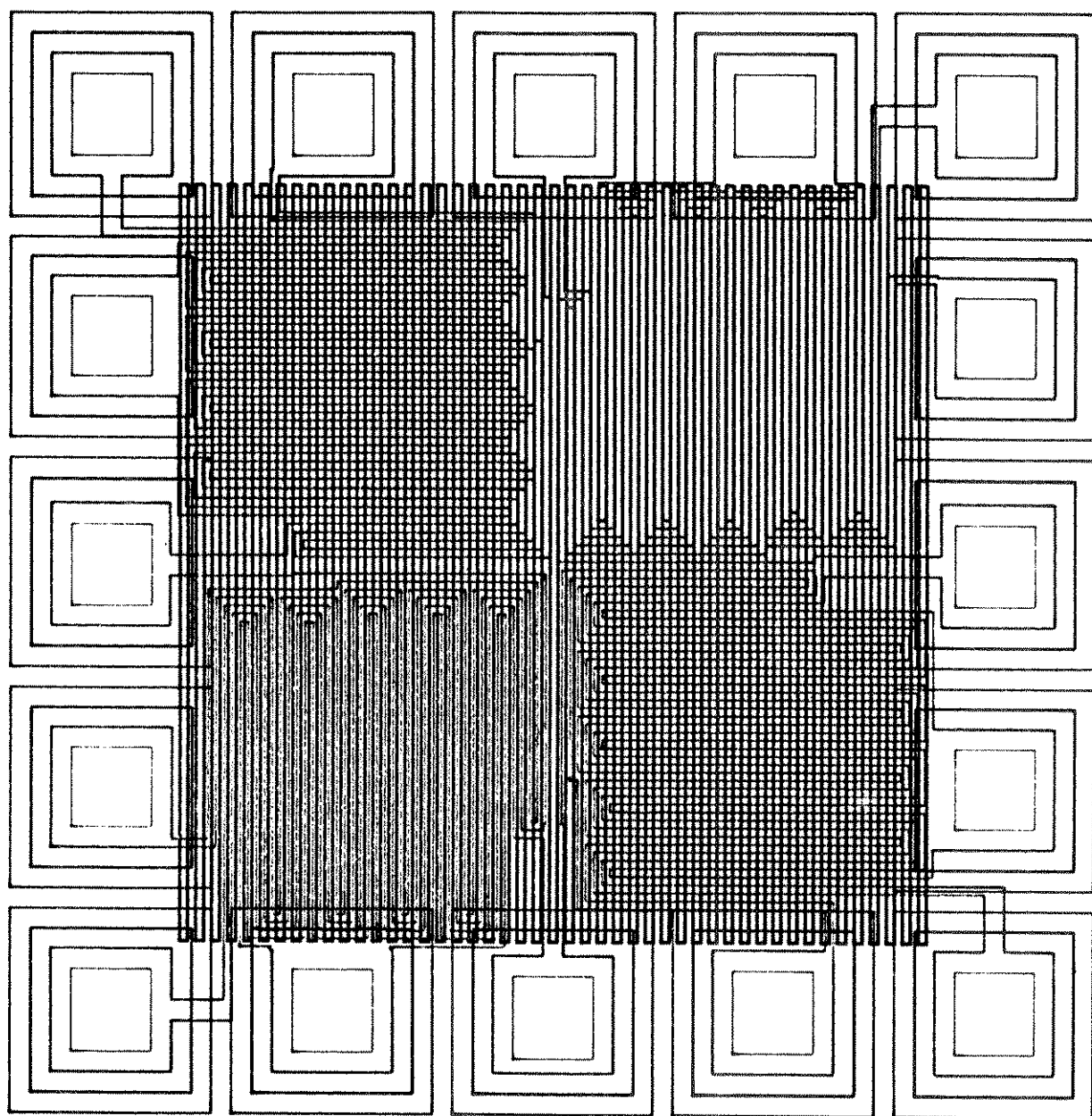


Figura 4.1.3 Estrutura 6C para detecção de defeitos no nível de metal 1 co estrutura periódica de polissilício para indução de defeitos.

## 4.2 Os procedimentos das medidas e análise dos resultados obtidos

Para a avaliação de defeitos na estrutura proposta foi utilizado o equipamento HP 4145, que foi programado para realizar o teste em duas etapas.

A primeira etapa consistiu na detecção de defeitos relacionados com circuito aberto. Para este teste utilizou-se apenas um canal do HP 4145 programado como fonte de corrente para cada região sensora da estrutura de teste, permitindo a avaliação imediata de toda a estrutura. A figura 4.2.1 mostra o esquema de medida utilizado para a avaliação dos defeitos relacionados com circuito aberto.

A segunda etapa consistiu na detecção de defeitos relacionados com curto-circuito. Para este teste utilizou-se a mesma estratégia da etapa 1, aplicada a outro esquema de medida. A figura 4.2.2 mostra o esquema de medida utilizado para a avaliação dos defeitos relacionados com curto-circuito.

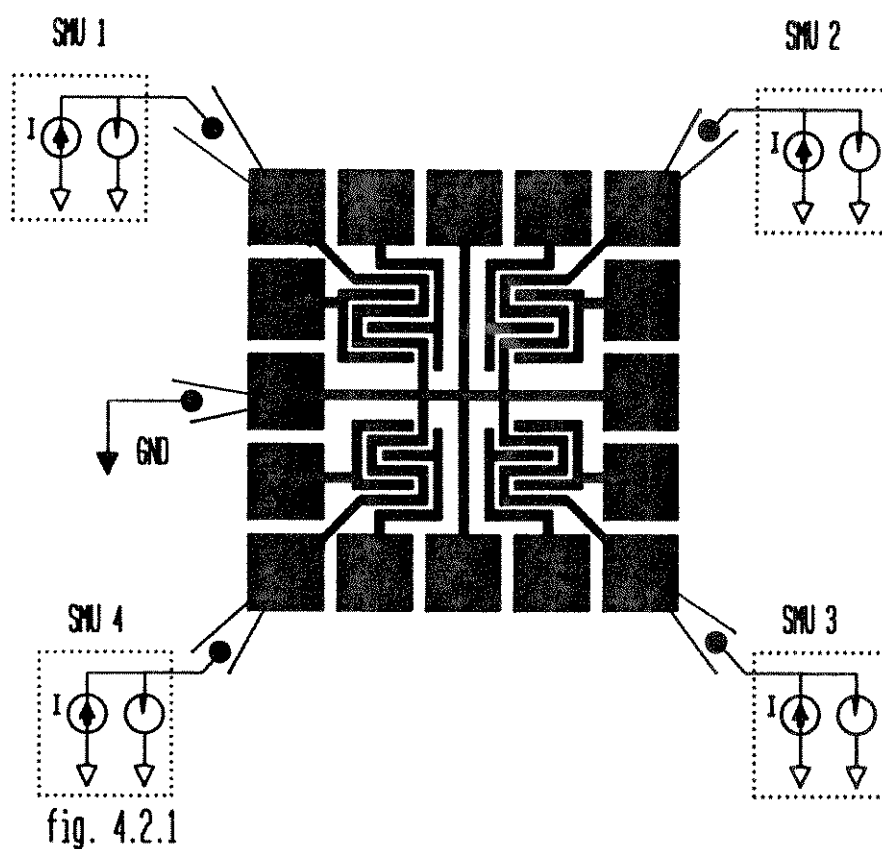


Figura 4.2.1 Esquema de medida utilizado para avaliação de defeitos relacionados com circuito aberto.

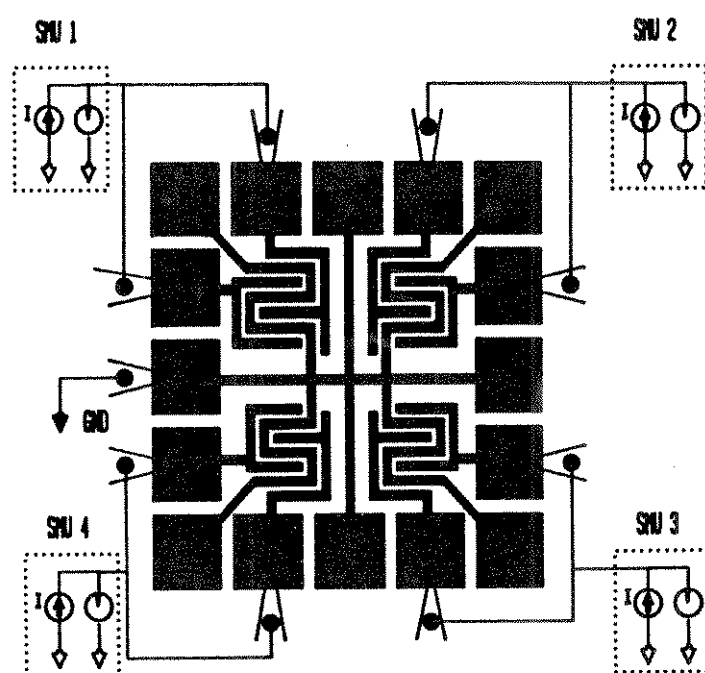


fig. 4.2.2

Figura 4.2.2 Esquema de medida utilizado para avaliação de defeitos relacionados com curto-circuito.

Para a avaliação de defeitos foram medidos todos os circuitos presentes na lâmina disponível, resultando um total de 200 medidas por tipo de defeito.

Apresentamos na tabela 4.2.1 os circuitos e as estruturas que apresentaram defeitos relacionados com circuito aberto.

Na tabela 4.2.2 apresentamos os circuitos e estruturas em que foram detectados defeitos relacionados com curto-circuito.

D02-SE7C-metal 1, canto superior esquerdo.  
D25-ID6C-metal 1, canto inferior direito.  
D25-SD6A-polissilício, canto superior direito.  
D25-SD6C-metal 1, canto superior direito.  
D25-SD7C-metal 1, canto superior direito.

Tabela 4.2.1 Circuitos e estruturas que apresentaram defeitos relacionados com circuito aberto.

E24-ID7C- metal 1, canto inferior direito.  
D24-IE7C- metal 1, canto inferior esquerdo.  
D24-ID5A- polissilício, canto inferior direito.  
D24-ID7C- metal 1, canto inferior direito.  
D24-ID6A- polissilício, canto inferior direito.  
D24-SD7C- metal 1, canto superior direito.  
D25-SE6A- polissilício, canto superior esquerdo.  
D25-ID6A- polissilício, canto inferior direito.  
D25-ID6C- metal 1, canto inferior direito.  
D25-SD5A- polissilício, canto superior direito.  
D25-SD6A- polissilício, canto superior direito.  
D25-SD6C- metal 1, canto superior direito.  
D25-SD7C- metal 1, canto superior direito.

Tabela 4.2.2 Circuitos e as estruturas que apresentaram defeitos relacionados com curto-circuito.



As estruturas que apresentaram defeito foram inspecionadas utilizando-se microscópio óptico e todos os defeitos detectados foram confirmados pela inspeção visual.

Das tabelas 4.2.1 e 4.2.2, pode-se constatar que os circuitos que apresentaram o maior número de defeitos de ambos os tipos foram os circuitos situados na borda inferior da lâmina. Esta posição corresponde aos circuitos D24 e D25. Nestes circuitos foram detectados defeitos relacionados com circuito aberto e também curto-circuito. A inspeção óptica revelou a existência de uma região com falhas de litografia que causaram a não definição de parte das estruturas presentes no circuito de teste. Os defeitos detectados no circuito de teste D24 foram causados pelo rompimento proposital de linhas, ocorrido durante os testes que foram realizados para determinação do limite máximo de corrente que uma linha pode suportar. Os defeitos detectados no circuito D02 foram causados pelo deslocamento accidental de uma das ponteiras utilizadas para acessar os contatos das estruturas. O metal arrastado pela ponteira provocou o curto-circuito detectado posteriormente pela estrutura de teste.

Os resultados apresentados demonstram a habilidade das estruturas em detectar defeitos fatais presentes na região sensora. Pela natureza dos defeitos detectados podemos concluir que, excetuando-se a região da borda inferior da lâmina, o processo aparenta ter baixa densidade de defeitos maiores que  $2\text{ }\mu\text{m}$ . Se considerarmos os resultados para a borda da lâmina podemos avaliar a densidade de defeitos como sendo da ordem de  $12\text{ defeitos/cm}^2$ . Este valor não representa a densidade de defeitos média correspondente ao processo, devido a presença da região defeituosa que é uma ocorrência atípica. Outro fator que não nos permite deduzir a real densidade de defeitos do processo, é a área total coberta pelas estruturas de teste. Para os 50 circuitos de teste, com 8 estruturas de teste cada, para o nível de metal ou polissilício, a área total coberta é de apenas  $0.518\text{ cm}^2$ .

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES

#### 5.1 A largura de linha, o overlay e a densidade de defeitos

Neste trabalho apresentamos um conjunto de estruturas elétricas de teste para avaliação de parâmetros litográficos para serem empregadas na avaliação de um processo industrial de fabricação de circuitos integrados.

Três foram os parâmetros investigados. A largura de linha, o overlay e a densidade de defeitos.

Os circuitos de teste foram produzidos em um fabricante de circuitos integrados no exterior como parte do Projeto Multiusuário PMUCMOS 4, coordenado pelo Centro Tecnológico para a Informática.

Foram fabricados 50 circuitos de teste composto pelas estruturas de teste, distribuídos em duas colunas de 25 circuitos, dos quais foram avaliados 20 circuitos por coluna.

Os resultados obtidos nos permitiram :

- 1) Avaliar a precisão do método de medidas de parâmetros de litografia através de estruturas elétricas de teste.
- 2) Avaliar a efetividade das estruturas propostas em revelar através dos parâmetros básicos de litografia, as estratégias empregadas pelo fabricante e os parâmetros do processo litográfico.

O método de medida de largura de linha através de estruturas tipo ponte, demonstrou ser simples, rápido e preciso.

A simplicidade advém do fato de serem apenas necessários um microvoltímetro e uma fonte de corrente para a medida da resistência de folha e da resistência da linha. A utilização de estruturas de tamanho e posicionamento padronizados, tornam simples o problema de acesso aos terminais da estrutura dispensando o uso de microposicionadores.

A rapidez está relacionada com o número de medidas por unidade de tempo, que está limitada basicamente pelo tempo necessário para se posicionar a estrutura sob teste, adicionado ao tempo de programação dos equipamentos de medida. A adoção de equipamentos de testes automáticos dedicado às estruturas de teste, tendem a reduzir estes tempos de maneira a permitir que um grande número de medidas seja realizado, permitindo a avaliação estatística dos resultados obtidos.

A precisão do método depende das precisões dos equipamentos utilizados. O valor de corrente empregado, depende do material em que é construída a estrutura. Os valores de corrente devem ser escolhidos em função da resolução do voltímetro empregado e da dissipação de potência na estrutura.

O método de medida de overlay demonstrou a mesma versatilidade e precisão do método de medida de largura de linha, por terem o mesmo princípio básico. Como característica principal esta estrutura permitiu a avaliação do erro de overlay, sem alterar a sequência do processo.

O método de medida da densidade de defeitos mostrou que é capaz de detectar defeitos fatais ao funcionamento de um circuito integrado.

A sensibilidade deste método está relacionada com o espaçamento e a largura das linhas que formam a estrutura, e também a área coberta pelo elemento sensor. Portanto, para uma avaliação da densidade de defeitos inerentes a um processo, é necessário um projeto específico da estrutura visando a mínima dimensão que pode ser definida pelo processo litográfico e a máxima área sensora.

As estruturas para avaliação da largura de linha, foram projetadas de maneira a fornecer informações sobre os parâmetros litográficos, e sobre as estratégias adotadas pelo fabricante nas etapas de definição litográfica. Através delas pudemos concluir que o fabricante não adota mecanismos de correção do efeito de proximidade, ajustando o seu processo para cumprir as regras de projeto. Concluímos também que o fabricante otimiza seu processo para as linhas definidas no metal 1. Os desvios relacionados com o processo de revelação e ataque do polissilício não puderam ser determinados devido ao mascaramento introduzido pelo efeito de proximidade, e pelo astigmatismo do feixe.

As estruturas para determinação do erro de overlay, permitiram avaliar a estratégia empregada pelo fabricante no alinhamento dos níveis litográficos, pelo emprego de marcas de alinhamento na periferia da lâmina, introduzindo erros de overlay provavelmente causados por distorção do sistema eletroóptico, precisão da mesa posicionadora e instabilidade térmica da câmara.

A estrutura de avaliação da densidade de defeitos permitiu verificar que o processo utilizado pelo fabricante possui aparentemente um alto rendimento, mas cuidados devem ser tomados pelos fabricantes de maneira a não permitir a inutilização de uma região da lâmina com um erro de grandes dimensões como o detectado pela estrutura de teste.

Com base na experiência adquirida no transcorrer deste trabalho, novas estruturas podem ser projetadas e as apresentadas reprojetadas, de maneira a possibilitar a investigação de parâmetros de processo, nas várias etapas, para processos submicrométricos onde as técnicas de litografia empregadas são de grande interesse.

Como conclusão final, as estruturas elétricas de teste se mostraram adequadas a avaliação de parâmetros litográficos, permitindo a obtenção de informações concernentes ao processo de fabricação de circuitos integrados utilizado pelo fabricante, que poderão vir a ser utilizadas na implantação de um processo de fabricação de circuitos integrados com tecnologia de litografia por feixe eletrônico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [11] AVATAR S. OBERAI. "Lithography Challenges of the future" - Solid State Technology, Sept/1987.
- [12] D.R. HERRIOTT and G.R. BREWER. "Electron-beam technology in microelectronics fabrication" Academic Press, 1980, pag. 143.
- [13] D. EHRHARDT, H.T. VIERHAUS, N. ARNDT, E. FROSCHLE. "Compensation of the proximity effect by exposure with a circularly deflected defocused E-beam.
- [14] J.S. GREENEICH. "Electron-beam technology in microelectronics fabrication" - Academic Press, 1980, pag. 71.
- [15] T.H.P. CHANG. "Proximity effect in Electron-beam lithography" - J.Vac. Science Technology, vol. 12, nº 6, Nov/Dec 1975.
- [16] S.A. RISHTON and D.P. KERN. "Point exposure distribution measurements for proximity correction in electron beam lithography on a sub-100mm scale" - J.Vac. Science Technology - B5(1), Jan/Feb 1987.
- [17] M. PARIKH and D.F. KAYSER. IBM Research Rep. RJ2261, 1978.
- [18] O.W. OTTO and A.K. GRIFFITH. J.Vac. Science Technology - B, vol.6, nº1, Jan/Feb, 1988.
- [19] H.E. HASLAN and J.F. MacDONALD. "Applying Transform based proximity corrections to electron-beam lithography with 0,2um features" J.Vac. Science Technology - B6(1), Jan/Feb 1988.
- [110] H.T. VIERHAUS. "Electron-Beam Lithography Proximity Effect Correction using the CLEER Approach" presentation at CTI in 1988.
- [111] T.H.P. CHANG. J.Vac. Science Technology, 12, 6, 1271 (1975).
- [112] S.A. RISHTON and D.P. KERN. J. Vac. Science Technology B5, 135 (1987).
- [113] BADIH EI-RAREH and R.J. BOMBARD. "Introduction to VLSI Silicon Devices" - Kiewer Academic Publishers, 1986.

- [14] L.J. VAN DER PAUW. "A method of measuring the resistivity and hall coefficient on lamellae of arbitrary shape". Phillips Tech. Rev., 20:220-224(1959).
- [15] BADIH EI-RAREH and R.J. BOMBARD. "Introduction to VLSI Silicon Devices" - Kiewer Academic Publishers, 1986.
- [16] J.M. DAVID and M.G. BUEHLER. "A numerical analysis of various cross sheet revision test structures". SSE - vol.20, n° 6-E.
- [17] H. BOHLEN, W. KULCKE. "Evaluation of Level-to-level overlay in lithography Systems". Solid State Technology FEB, 1990, pag. 59.
- [18] D.S. PERLOFF. "A Van der Pauw Resistor Structure for determining mask superposition errors on semiconductor slices". Solid State Electronics, Vol.21, pag. 1013-1018, 1978.
- [19] J.P. BALLANTYNE. "Electron-beam technology in microelectronics fabrication" - Academic Press, 1980, pag. 265.

## APÊNDICE I

### TABELA DAS MEDIDAS DE RESISTÊNCIA DE FOLHA ATRAVÉS DE ESTRUTURAS VAN DER PAUW



MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA EM ESTRUTURAS VAN DER PAUL

|     | POLY  |       |       |       | DIFUSAO N |       |       |       | ALUMINIO |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
|     | R1    | R2    | R2/R1 | RS    | R1        | R2    | R1/R2 | RS    | R1       | R2    | R2/R1 | RS    |
| D01 |       |       |       |       |           |       |       |       |          |       |       |       |
| SE  | 16,90 | 19,55 | 1,157 | 18,23 | 53,15     | 50,50 | 1,052 | 51,83 | 0,058    | 0,065 | 1,121 | 0,062 |
| IE  | 19,70 | 20,13 | 1,022 | 19,92 | 55,17     | 54,36 | 1,015 | 54,77 | 0,053    | 0,072 | 1,358 | 0,063 |
| ID  | 17,49 | 20,74 | 1,186 | 19,12 | 55,49     | 52,71 | 1,053 | 54,10 | 0,064    | 0,058 | 1,103 | 0,061 |
| SD  | 18,75 | 17,87 | 1,049 | 18,31 | 54,15     | 54,71 | 1,010 | 54,43 | 0,051    | 0,075 | 1,471 | 0,063 |
| D02 |       |       |       |       |           |       |       |       |          |       |       |       |
| SE  | 20,13 | 21,03 | 1,045 | 20,58 | 44,15     | 41,94 | 1,053 | 43,05 | 0,054    | 0,064 | 1,185 | 0,059 |
| IE  | 18,31 | 20,95 | 1,144 | 19,63 | 42,10     | 42,87 | 1,018 | 42,49 | 0,064    | 0,060 | 1,067 | 0,062 |
| ID  | 20,58 | 19,30 | 1,066 | 19,94 | 44,01     | 41,97 | 1,049 | 42,99 | 0,062    | 0,063 | 1,016 | 0,063 |
| SD  | 20,40 | 20,47 | 1,003 | 20,44 | 41,61     | 43,31 | 1,041 | 42,46 | 0,057    | 0,066 | 1,158 | 0,062 |
| D03 |       |       |       |       |           |       |       |       |          |       |       |       |
| SE  | 20,88 | 18,93 | 1,103 | 19,91 | 44,11     | 42,24 | 1,044 | 43,18 | 0,069    | 0,054 | 1,278 | 0,062 |
| IE  | 17,45 | 21,31 | 1,221 | 19,38 | 41,75     | 43,70 | 1,047 | 42,73 | 0,049    | 0,078 | 1,592 | 0,064 |
| ID  | 20,31 | 20,35 | 1,002 | 20,33 | 43,55     | 42,90 | 1,015 | 43,23 | 0,061    | 0,063 | 1,033 | 0,062 |
| SD  | 19,99 | 18,60 | 1,075 | 19,30 | 41,89     | 43,27 | 1,033 | 42,58 | 0,044    | 0,082 | 1,864 | 0,063 |
| D04 |       |       |       |       |           |       |       |       |          |       |       |       |
| SE  |       |       |       |       | 44,63     | 42,34 | 1,054 | 43,49 | 0,044    | 0,085 | 1,932 | 0,065 |
| IE  | 18,35 | 21,33 | 1,162 | 19,84 | 42,16     | 43,68 | 1,036 | 42,92 | 0,057    | 0,067 | 1,175 | 0,062 |
| ID  | 22,82 | 20,10 | 1,135 | 21,46 | 43,73     | 43,16 | 1,013 | 43,45 | 0,060    | 0,063 | 1,050 | 0,062 |
| SD  | 18,10 | 20,96 | 1,158 | 19,53 | 43,11     | 42,57 | 1,013 | 42,84 | 0,065    | 0,059 | 1,102 | 0,062 |
| D05 |       |       |       |       |           |       |       |       |          |       |       |       |
| SE  | 19,37 | 20,96 | 1,082 | 20,17 | 45,69     | 41,62 | 1,098 | 43,66 | 0,060    | 0,064 | 1,067 | 0,062 |
| IE  | 19,86 | 22,51 | 1,133 | 21,19 | 42,00     | 44,19 | 1,052 | 43,10 | 0,055    | 0,069 | 1,255 | 0,062 |
| ID  | 22,16 | 19,38 | 1,143 | 20,77 | 43,77     | 43,53 | 1,006 | 43,65 | 0,058    | 0,066 | 1,138 | 0,062 |
| SD  | 20,47 | 17,83 | 1,148 | 19,15 | 42,90     | 43,21 | 1,007 | 43,06 | 0,050    | 0,074 | 1,480 | 0,062 |
| D06 |       |       |       |       |           |       |       |       |          |       |       |       |
| SE  | 20,14 | 19,22 | 1,048 | 19,68 | 45,51     | 42,02 | 1,083 | 43,77 | 0,056    | 0,073 | 1,304 | 0,065 |
| IE  | 22,17 | 20,95 | 1,058 | 21,56 | 41,60     | 44,73 | 1,075 | 43,17 | 0,055    | 0,079 | 1,436 | 0,067 |
| ID  | 19,51 | 21,77 | 1,116 | 20,64 | 44,69     | 42,77 | 1,045 | 43,73 | 0,065    | 0,060 | 1,083 | 0,063 |
| SD  | 20,32 | 22,31 | 1,098 | 21,32 | 42,32     | 43,97 | 1,039 | 43,15 | 0,047    | 0,079 | 1,681 | 0,063 |
| D07 |       |       |       |       |           |       |       |       |          |       |       |       |
| SE  | 19,87 | 19,93 | 1,003 | 19,90 | 46,47     | 41,14 | 1,130 | 43,81 | 0,056    | 0,070 | 1,250 | 0,063 |
| IE  | 20,38 | 20,16 | 0,989 | 20,27 | 43,87     | 42,53 | 1,032 | 43,20 | 0,054    | 0,071 | 1,315 | 0,063 |
| ID  | 20,41 | 22,45 | 1,100 | 21,43 | 44,44     | 42,98 | 1,034 | 43,71 | 0,063    | 0,061 | 1,033 | 0,062 |
| SD  | 21,34 | 20,73 | 1,029 | 21,04 | 43,17     | 43,14 | 1,001 | 43,16 | 0,056    | 0,067 | 1,196 | 0,062 |
| D08 |       |       |       |       |           |       |       |       |          |       |       |       |
| SE  | 19,53 | 22,24 | 1,139 | 20,89 | 45,96     | 41,59 | 1,105 | 43,78 | 0,057    | 0,070 | 1,228 | 0,064 |
| IE  | 19,87 | 21,04 | 1,059 | 20,46 | 42,45     | 43,82 | 1,032 | 43,14 | 0,049    | 0,080 | 1,633 | 0,065 |
| ID  | 22,61 | 21,50 | 1,052 | 22,06 | 45,28     | 42,13 | 1,075 | 43,71 | 0,058    | 0,066 | 1,138 | 0,062 |
| SD  | 20,43 | 21,97 | 1,075 | 21,20 | 43,51     | 42,76 | 1,018 | 43,14 | 0,056    | 0,070 | 1,250 | 0,063 |
| D09 |       |       |       |       |           |       |       |       |          |       |       |       |
| SE  | 21,85 | 21,30 | 1,026 | 21,58 | 45,67     | 42,00 | 1,087 | 43,84 | 0,059    | 0,065 | 1,102 | 0,062 |
| IE  | 20,26 | 20,26 | 1,000 | 20,26 | 41,94     | 44,39 | 1,058 | 43,17 | 0,055    | 0,070 | 1,273 | 0,063 |
| ID  | 22,94 | 20,45 | 1,122 | 21,70 | 44,10     | 43,37 | 1,017 | 43,74 | 0,060    | 0,063 | 1,050 | 0,062 |
| SD  | 21,35 | 21,35 | 1,000 | 21,35 | 42,41     | 43,90 | 1,035 | 43,16 | 0,060    | 0,063 | 1,050 | 0,062 |
| D10 |       |       |       |       |           |       |       |       |          |       |       |       |
| SE  | 19,91 | 23,00 | 1,155 | 21,46 | 45,16     | 42,45 | 1,064 | 43,81 | 0,064    | 0,060 | 1,067 | 0,062 |
| IE  | 20,85 | 22,38 | 1,073 | 21,62 | 42,93     | 43,35 | 1,010 | 43,14 | 0,051    | 0,075 | 1,471 | 0,063 |
| ID  | 22,67 | 21,08 | 1,075 | 21,88 | 44,26     | 43,17 | 1,025 | 43,72 | 0,061    | 0,063 | 1,033 | 0,062 |
| SD  | 19,41 | 21,45 | 1,105 | 20,43 | 42,32     | 43,94 | 1,038 | 43,13 | 0,047    | 0,081 | 1,723 | 0,064 |
| D11 |       |       |       |       |           |       |       |       |          |       |       |       |
| SE  | 22,29 | 22,37 | 1,004 | 22,33 | 44,65     | 42,32 | 1,055 | 43,49 | 0,061    | 0,062 | 1,016 | 0,062 |
| IE  | 22,13 | 22,66 | 1,024 | 22,40 | 41,51     | 44,13 | 1,063 | 42,82 | 0,060    | 0,067 | 1,117 | 0,064 |
| ID  | 21,50 | 21,55 | 1,002 | 21,53 | 43,18     | 43,59 | 1,009 | 43,39 | 0,057    | 0,067 | 1,175 | 0,062 |

|     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SD  | 21.48 | 20.42 | 1.052 | 20.95 | 42.18 | 43.48 | 1.031 | 42.83 | 0.055 | 0.069 | 1.255 | 0.062 |
| D12 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 20.19 | 21.12 | 1.046 | 20.66 | 45.67 | 41.23 | 1.108 | 43.45 | 0.063 | 0.061 | 1.033 | 0.062 |
| IE  | 19.47 | 21.63 | 1.111 | 20.55 | 41.81 | 43.78 | 1.047 | 42.80 | 0.050 | 0.073 | 1.460 | 0.062 |
| ID  | 21.88 | 20.66 | 1.059 | 21.27 | 44.12 | 42.63 | 1.035 | 43.38 | 0.053 | 0.070 | 1.321 | 0.062 |
| SD  | 23.51 | 19.59 | 1.200 | 21.55 | 42.04 | 43.63 | 1.038 | 42.84 | 0.055 | 0.069 | 1.255 | 0.062 |
| D13 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 18.35 | 21.22 | 1.156 | 19.79 | 45.59 | 41.39 | 1.101 | 43.49 | 0.064 | 0.061 | 1.049 | 0.063 |
| IE  | 21.44 | 20.62 | 1.040 | 21.03 | 41.71 | 44.01 | 1.055 | 42.86 | 0.050 | 0.075 | 1.500 | 0.063 |
| ID  | 21.26 | 21.00 | 1.012 | 21.13 | 44.67 | 42.18 | 1.059 | 43.43 | 0.059 | 0.066 | 1.119 | 0.063 |
| SD  | 19.01 | 19.87 | 1.045 | 19.44 | 42.62 | 43.19 | 1.013 | 42.91 | 0.044 | 0.082 | 1.864 | 0.063 |
| D14 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 21.95 | 19.45 | 1.129 | 20.70 | 45.39 | 41.64 | 1.090 | 43.52 | 0.057 | 0.068 | 1.193 | 0.063 |
| IE  | 20.78 | 21.10 | 1.015 | 20.94 | 41.82 | 43.97 | 1.051 | 42.90 | 0.043 | 0.085 | 1.977 | 0.064 |
| ID  | 21.00 | 20.58 | 1.020 | 20.79 | 42.68 | 44.27 | 1.037 | 43.48 | 0.058 | 0.068 | 1.172 | 0.063 |
| SD  | 21.78 | 22.34 | 1.026 | 22.06 | 41.78 | 44.04 | 1.054 | 42.91 | 0.045 | 0.082 | 1.822 | 0.064 |
| D15 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 20.86 | 19.95 | 1.046 | 20.41 | 43.86 | 43.15 | 1.016 | 43.51 | 0.061 | 0.063 | 1.033 | 0.062 |
| IE  | 21.70 | 20.24 | 1.072 | 20.97 | 42.69 | 43.26 | 1.013 | 42.98 | 0.053 | 0.073 | 1.377 | 0.063 |
| ID  | 22.05 | 20.92 | 1.054 | 21.49 | 44.18 | 42.75 | 1.033 | 43.47 | 0.058 | 0.067 | 1.155 | 0.063 |
| SD  | 22.11 | 20.33 | 1.088 | 21.22 | 42.94 | 42.99 | 1.001 | 42.97 | 0.049 | 0.073 | 1.490 | 0.061 |
| D16 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 22.92 | 22.42 | 1.022 | 22.67 | 43.95 | 43.02 | 1.022 | 43.49 | 0.063 | 0.061 | 1.033 | 0.062 |
| IE  | 21.10 | 23.26 | 1.102 | 22.18 | 42.42 | 43.46 | 1.025 | 42.94 | 0.052 | 0.074 | 1.423 | 0.063 |
| ID  | 21.11 | 22.27 | 1.055 | 21.69 | 44.56 | 42.29 | 1.054 | 43.43 | 0.058 | 0.066 | 1.138 | 0.062 |
| SD  | 22.10 | 22.65 | 1.025 | 22.38 | 42.83 | 43.08 | 1.006 | 42.96 | 0.042 | 0.089 | 2.119 | 0.066 |
| D17 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 20.91 | 21.38 | 1.022 | 21.15 | 44.39 | 42.54 | 1.043 | 43.47 | 0.051 | 0.074 | 1.451 | 0.063 |
| IE  | 17.55 | 20.62 | 1.175 | 19.09 | 42.70 | 43.21 | 1.012 | 42.96 | 0.045 | 0.083 | 1.844 | 0.064 |
| ID  | 21.43 | 20.70 | 1.035 | 21.07 | 44.05 | 42.77 | 1.030 | 43.41 | 0.060 | 0.065 | 1.083 | 0.063 |
| SD  | 23.19 | 21.41 | 1.083 | 22.30 | 42.55 | 43.31 | 1.018 | 42.93 | 0.051 | 0.074 | 1.451 | 0.063 |
| D18 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 20.27 | 19.28 | 1.051 | 19.78 | 45.68 | 41.47 | 1.102 | 43.58 | 0.059 | 0.066 | 1.119 | 0.063 |
| IE  | 19.34 | 23.63 | 1.222 | 21.49 | 42.22 | 43.88 | 1.039 | 43.05 | 0.053 | 0.074 | 1.396 | 0.064 |
| ID  | 18.44 | 23.72 | 1.286 | 21.08 | 43.50 | 43.62 | 1.003 | 43.56 | 0.058 | 0.067 | 1.155 | 0.063 |
| SD  | 21.01 | 23.48 | 1.118 | 22.25 | 42.25 | 43.87 | 1.038 | 43.06 | 0.050 | 0.077 | 1.540 | 0.064 |
| D19 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 19.13 | 21.80 | 1.140 | 20.47 | 45.77 | 41.71 | 1.097 | 43.74 | 0.060 | 0.064 | 1.067 | 0.062 |
| IE  | 20.33 | 22.09 | 1.087 | 21.21 | 42.59 | 43.76 | 1.027 | 43.18 | 0.047 | 0.079 | 1.681 | 0.063 |
| ID  | 20.20 | 22.15 | 1.097 | 21.18 | 44.23 | 43.23 | 1.023 | 43.73 | 0.058 | 0.068 | 1.172 | 0.063 |
| SD  | 22.22 | 19.60 | 1.134 | 20.91 | 42.83 | 43.62 | 1.018 | 43.23 | 0.055 | 0.070 | 1.273 | 0.063 |
| D20 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 21.35 | 21.81 | 1.022 | 21.58 | 45.56 | 42.17 | 1.080 | 43.87 | 0.049 | 0.079 | 1.612 | 0.064 |
| IE  | 20.36 | 21.09 | 1.036 | 20.73 | 41.76 | 44.78 | 1.072 | 43.27 | 0.051 | 0.077 | 1.510 | 0.064 |
| ID  | 22.80 | 21.21 | 1.075 | 22.01 | 43.55 | 44.13 | 1.013 | 43.84 | 0.060 | 0.064 | 1.067 | 0.062 |
| SD  | 21.70 | 22.21 | 1.024 | 21.96 | 43.22 | 43.35 | 1.003 | 43.29 | 0.052 | 0.073 | 1.404 | 0.063 |
| E01 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 19.55 | 20.63 | 1.055 | 20.09 | 47.56 | 47.06 | 1.011 |       | 0.066 | 0.056 | 1.179 | 0.061 |
| IE  | 18.80 | 23.07 | 1.227 | 20.94 | 41.70 | 43.25 | 1.037 | 42.48 | 0.045 | 0.080 | 1.778 | 0.063 |
| ID  | 20.05 | 20.64 | 1.029 | 20.35 | 43.70 | 42.23 | 1.035 | 42.97 | 0.065 | 0.057 | 1.140 | 0.061 |
| SD  | 19.69 | 22.03 | 1.119 | 20.86 | 41.45 | 43.05 | 1.039 | 42.25 | 0.058 | 0.064 | 1.103 | 0.061 |
| E02 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 20.24 | 21.43 | 1.059 | 20.84 | 44.41 | 41.88 | 1.060 | 43.15 | 0.070 | 0.053 | 1.321 | 0.062 |
| IE  | 20.83 | 21.43 | 1.029 | 21.13 | 41.76 | 43.63 | 1.045 | 42.70 | 0.054 | 0.068 | 1.259 | 0.061 |
| ID  | 20.56 | 20.59 | 1.001 | 20.58 | 42.84 | 43.61 | 1.018 | 43.23 | 0.052 | 0.070 | 1.346 | 0.061 |
| SD  | 19.50 | 18.73 | 1.041 | 19.12 | 42.90 | 42.42 | 1.011 | 42.66 | 0.049 | 0.075 | 1.531 | 0.062 |
| E03 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 19.88 | 22.82 | 1.148 | 21.35 | 45.20 | 41.99 | 1.076 | 43.60 | 0.059 | 0.062 | 1.051 | 0.061 |
| IE  | 21.29 | 21.33 | 1.002 | 21.31 | 41.45 | 44.67 | 1.078 | 43.06 | 0.058 | 0.065 | 1.121 | 0.062 |
| ID  | 19.45 | 23.04 | 1.185 | 21.25 | 44.03 | 43.06 | 1.023 | 43.55 | 0.061 | 0.060 | 1.017 | 0.061 |

|     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SD  | 20.90 | 18.50 | 1.130 | 19.70 | 41.60 | 44.41 | 1.068 | 43.01 | 0.050 | 0.072 | 1.440 | 0.061 |
| E04 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 20.23 | 19.88 | 1.018 | 20.06 | 44.96 | 42.31 | 1.063 | 43.64 | 0.055 | 0.068 | 1.236 | 0.062 |
| IE  | 21.02 | 19.94 | 1.054 | 20.48 | 42.40 | 43.75 | 1.032 | 43.08 | 0.045 | 0.080 | 1.778 | 0.063 |
| ID  | 19.14 | 19.92 | 1.041 | 19.53 | 45.24 | 41.85 | 1.081 | 43.55 | 0.058 | 0.063 | 1.086 | 0.061 |
| SD  | 18.12 | 24.05 | 1.327 | 21.09 | 43.63 | 42.55 | 1.025 | 43.09 | 0.053 | 0.071 | 1.340 | 0.062 |
| E05 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 19.85 | 22.40 | 1.128 | 21.13 | 44.89 | 42.44 | 1.058 | 43.67 | 0.068 | 0.055 | 1.236 | 0.062 |
| IE  | 20.11 | 21.12 | 1.050 | 20.62 | 43.05 | 43.09 | 1.001 | 43.07 | 0.043 | 0.084 | 1.953 | 0.064 |
| ID  | 19.23 | 21.20 | 1.102 | 20.22 | 44.07 | 43.22 | 1.020 | 43.65 | 0.054 | 0.068 | 1.259 | 0.061 |
| SD  | 20.07 | 22.34 | 1.113 | 21.21 | 42.94 | 43.31 | 1.009 | 43.13 | 0.046 | 0.079 | 1.717 | 0.063 |
| E06 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 20.73 | 22.22 | 1.072 | 21.48 | 44.90 | 42.72 | 1.051 | 43.81 | 0.057 | 0.065 | 1.140 | 0.061 |
| IE  | 17.94 | 19.36 | 1.079 | 18.65 | 42.28 | 44.08 | 1.043 | 43.18 | 0.049 | 0.076 | 1.551 | 0.063 |
| ID  | 20.26 | 22.68 | 1.119 | 21.47 | 45.73 | 41.78 | 1.095 | 43.76 | 0.056 | 0.069 | 1.232 | 0.063 |
| SD  | 21.50 | 21.20 | 1.014 | 21.35 | 42.43 | 43.97 | 1.036 | 43.20 | 0.055 | 0.068 | 1.236 | 0.062 |
| E07 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 21.78 | 20.73 | 1.051 | 21.26 | 45.83 | 41.85 | 1.095 | 43.84 | 0.055 | 0.069 | 1.255 | 0.062 |
| IE  | 21.16 | 21.55 | 1.018 | 21.36 | 43.37 | 43.04 | 1.008 | 43.21 | 0.047 | 0.078 | 1.660 | 0.063 |
| ID  | 19.95 | 22.00 | 1.103 | 20.98 | 43.68 | 43.88 | 1.005 | 43.78 | 0.063 | 0.064 | 1.016 | 0.064 |
| SD  | 20.55 | 22.31 | 1.086 | 21.43 | 43.23 | 42.92 | 1.007 | 43.08 | 0.052 | 0.071 | 1.365 | 0.062 |
| E08 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 20.96 | 21.55 | 1.028 | 21.26 | 44.55 | 43.21 | 1.031 | 43.88 | 0.055 | 0.069 | 1.255 | 0.062 |
| IE  | 21.30 | 22.70 | 1.066 | 22.00 | 42.44 | 44.00 | 1.037 | 43.22 | 0.055 | 0.069 | 1.255 | 0.062 |
| ID  | 20.14 | 22.04 | 1.094 | 21.09 | 44.96 | 42.55 | 1.057 | 43.76 | 0.062 | 0.062 | 1.000 | 0.062 |
| SD  | 20.97 | 23.28 | 1.110 | 22.13 | 43.32 | 43.16 | 1.004 | 43.24 | 0.056 | 0.072 | 1.286 | 0.064 |
| E09 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 20.36 | 22.72 | 1.116 | 21.54 | 45.27 | 42.51 | 1.065 | 43.89 | 0.061 | 0.063 | 1.033 | 0.062 |
| IE  | 21.39 | 21.45 | 1.003 | 21.42 | 41.71 | 44.70 | 1.072 | 43.21 | 0.057 | 0.069 | 1.211 | 0.063 |
| ID  | 20.02 | 20.98 | 1.048 | 20.50 | 45.10 | 42.49 | 1.061 | 43.80 | 0.057 | 0.067 | 1.175 | 0.062 |
| SD  | 21.93 | 19.39 | 1.131 | 20.66 | 42.56 | 43.87 | 1.031 | 43.22 | 0.055 | 0.070 | 1.273 | 0.063 |
| E10 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 21.81 | 21.91 | 1.005 | 21.86 | 46.56 | 41.32 | 1.127 | 43.94 | 0.052 | 0.074 | 1.423 | 0.063 |
| IE  | 21.53 | 22.22 | 1.032 | 21.88 | 43.23 | 43.26 | 1.001 | 43.25 | 0.056 | 0.074 | 1.321 | 0.065 |
| ID  | 20.90 | 21.91 | 1.048 | 21.41 | 43.56 | 44.17 | 1.014 | 43.87 | 0.058 | 0.067 | 1.155 | 0.063 |
| SD  | 20.23 | 19.96 | 1.014 | 20.10 | 42.71 | 43.76 | 1.025 | 43.24 | 0.059 | 0.067 | 1.136 | 0.063 |
| E11 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 21.03 | 22.43 | 1.067 | 21.73 | 44.61 | 42.58 | 1.048 | 43.60 | 0.057 | 0.067 | 1.175 | 0.062 |
| IE  | 22.09 | 21.84 | 1.011 | 21.97 | 42.71 | 43.12 | 1.010 | 42.92 | 0.042 | 0.088 | 2.095 | 0.065 |
| ID  | 20.28 | 22.43 | 1.106 | 21.36 | 44.46 | 42.54 | 1.045 | 43.50 | 0.060 | 0.064 | 1.067 | 0.062 |
| SD  | 20.19 | 21.13 | 1.047 | 20.66 | 42.03 | 43.77 | 1.041 | 42.90 | 0.045 | 0.084 | 1.867 | 0.065 |
| E12 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 18.99 | 20.52 | 1.081 | 19.76 | 45.58 | 41.43 | 1.100 | 43.51 | 0.067 | 0.058 | 1.155 | 0.063 |
| IE  | 23.48 | 20.63 | 1.138 | 22.06 | 41.62 | 44.09 | 1.059 | 42.86 | 0.060 | 0.064 | 1.067 | 0.062 |
| ID  | 22.77 | 21.07 | 1.081 | 21.92 | 43.80 | 43.09 | 1.016 | 43.45 | 0.051 | 0.073 | 1.431 | 0.062 |
| SD  | 23.20 | 22.54 | 1.029 | 22.87 | 42.70 | 43.00 | 1.007 | 42.85 | 0.057 | 0.068 | 1.193 | 0.063 |
| E13 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 20.75 | 23.62 | 1.138 | 22.19 | 45.11 | 41.82 | 1.079 | 43.47 | 0.058 | 0.068 | 1.172 | 0.063 |
| IE  | 21.28 | 22.98 | 1.080 | 22.13 | 42.24 | 43.45 | 1.029 | 42.85 | 0.044 | 0.088 | 2.000 | 0.066 |
| ID  | 20.82 | 21.40 | 1.028 | 21.11 | 44.00 | 42.85 | 1.027 | 43.43 | 0.056 | 0.070 | 1.250 | 0.063 |
| SD  | 20.05 | 23.01 | 1.148 | 21.53 | 42.47 | 43.22 | 1.018 | 42.85 | 0.055 | 0.070 | 1.273 | 0.063 |
| E14 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 20.32 | 19.20 | 1.058 | 19.76 | 45.18 | 41.75 | 1.082 | 43.47 | 0.054 | 0.071 | 1.315 | 0.063 |
| IE  | 21.05 | 23.03 | 1.094 | 22.04 | 42.16 | 43.57 | 1.033 | 42.87 | 0.047 | 0.081 | 1.723 | 0.064 |
| ID  | 19.11 | 23.71 | 1.241 | 21.41 | 44.56 | 42.21 | 1.056 | 43.39 | 0.062 | 0.064 | 1.032 | 0.063 |
| SD  | 22.07 | 19.65 | 1.123 | 20.86 | 42.82 | 42.92 | 1.002 | 42.87 | 0.050 | 0.078 | 1.560 | 0.064 |
| E15 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| SE  | 20.52 | 23.44 | 1.142 | 21.98 | 44.64 | 42.25 | 1.057 | 43.45 | 0.058 | 0.066 | 1.138 | 0.062 |
| IE  | 22.72 | 21.67 | 1.048 | 22.20 | 42.25 | 43.53 | 1.030 | 42.89 | 0.047 | 0.081 | 1.723 | 0.064 |
| ID  | 20.33 | 20.51 | 1.009 | 20.42 | 43.86 | 42.98 | 1.020 | 43.42 | 0.062 | 0.062 | 1.000 | 0.062 |

|     |       |          |       |       |       |          |       |       |       |          |       |       |
|-----|-------|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|
| SD  | 19,94 | 20,32    | 1,019 | 20,13 | 42,16 | 43,77    | 1,038 | 42,97 | 0,050 | 0,077    | 1,540 | 0,064 |
| E16 |       |          |       |       |       |          |       |       |       |          |       |       |
| SE  | 20,33 | 24,72    | 1,216 | 22,53 | 45,43 | 41,58    | 1,093 | 43,51 | 0,049 | 0,079    | 1,612 | 0,064 |
| IE  | 21,48 | 22,21    | 1,034 | 21,85 | 42,58 | 43,43    | 1,020 | 43,01 | 0,052 | 0,077    | 1,481 | 0,065 |
| ID  | 20,02 | 22,14    | 1,106 | 21,08 | 44,08 | 42,91    | 1,027 | 43,50 | 0,063 | 0,063    | 1,000 | 0,063 |
| SD  | 20,91 | 21,04    | 1,006 | 20,98 | 42,30 | 42,69    | 1,009 | 42,50 | 0,054 | 0,070    | 1,296 | 0,062 |
| E17 |       |          |       |       |       |          |       |       |       |          |       |       |
| SE  | 21,37 | 21,67    | 1,014 | 21,52 | 45,00 | 42,07    | 1,070 | 43,54 | 0,064 | 0,063    | 1,016 | 0,064 |
| IE  | 22,26 | 22,03    | 1,010 | 22,15 | 42,21 | 43,81    | 1,038 | 43,01 | 0,040 | 0,092    | 2,300 | 0,066 |
| ID  | 20,17 | 22,27    | 1,104 | 21,22 | 43,24 | 43,76    | 1,012 | 43,50 | 0,058 | 0,069    | 1,190 | 0,064 |
| SD  | 22,32 | 20,50    | 1,099 | 21,51 | 43,23 | 42,81    | 1,010 | 43,02 | 0,059 | 0,069    | 1,169 | 0,064 |
| E18 |       |          |       |       |       |          |       |       |       |          |       |       |
| SE  | 20,28 | 21,41    | 1,056 | 20,85 | 44,39 | 42,82    | 1,037 | 43,61 | 0,054 | 0,072    | 1,333 | 0,063 |
| IE  | 22,26 | 22,75    | 1,022 | 22,51 | 43,23 | 42,90    | 1,008 | 43,07 | 0,058 | 0,068    | 1,172 | 0,063 |
| ID  | 19,79 | 24,45    | 1,235 | 22,12 | 44,84 | 42,36    | 1,059 | 43,60 | 0,059 | 0,066    | 1,119 | 0,063 |
| SD  | 22,39 | 21,12    | 1,060 | 21,76 | 42,97 | 43,20    | 1,005 | 43,09 | 0,056 | 0,071    | 1,268 | 0,064 |
| E19 |       |          |       |       |       |          |       |       |       |          |       |       |
| SE  | 21,91 | 20,88    | 1,049 | 21,40 | 45,16 | 42,32    | 1,067 | 43,74 | 0,059 | 0,065    | 1,102 | 0,062 |
| IE  | 21,31 | 21,69    | 1,018 | 21,50 | 43,33 | 43,06    | 1,006 | 43,20 | 0,048 | 0,081    | 1,688 | 0,065 |
| ID  | 19,04 | 23,92    | 1,256 | 21,48 | 44,36 | 43,08    | 1,030 | 43,72 | 0,060 | 0,065    | 1,083 | 0,063 |
| SD  | 21,72 | 21,05    | 1,032 | 21,39 | 43,44 | 42,92    | 1,012 | 43,18 | 0,061 | 0,067    | 1,098 | 0,064 |
| E20 |       |          |       |       |       |          |       |       |       |          |       |       |
| SE  | 21,17 | 21,39    | 1,010 | 21,28 | 44,94 | 42,81    | 1,050 | 43,88 | 0,067 | 0,060    | 1,117 | 0,064 |
| IE  | 21,84 | 22,28    | 1,020 | 22,06 | 43,53 | 43,03    | 1,012 | 43,28 | 0,055 | 0,072    | 1,309 | 0,064 |
| ID  | 18,96 | 24,12    | 1,272 | 21,54 | 44,85 | 42,76    | 1,049 | 43,81 | 0,058 | 0,068    | 1,172 | 0,063 |
| SD  | 18,79 | 23,86    | 1,270 | 21,33 | 42,54 | 43,94    | 1,033 | 43,24 | 0,057 | 0,069    | 1,211 | 0,063 |
|     |       | MEDIA D  | 1,081 | 20,84 |       | MEDIA D  | 1,042 | 43,79 |       | MEDIA D  | 1,908 | 0,063 |
|     |       | DESVIO D | 0,061 | 0,96  |       | DESVIO D | 0,029 | 2,33  |       | DESVIO D | 0,265 | 0,001 |
|     |       | MEDIA E  | 1,083 | 21,20 |       | MEDIA E  | 1,039 | 43,29 |       | MEDIA E  | 1,317 | 0,063 |
|     |       | DESVIO E | 0,073 | 0,79  |       | DESVIO E | 0,028 | 0,37  |       | DESVIO E | 0,274 | 0,001 |

| METAL 1 COLUNA DA DIREITA |       |       |       |       |          | METAL 1 COLUNA DA ESQUERDA |       |       |       |       |          |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
|                           | R1    | R2    | R1/R2 | R5    | laug/die |                            | R1    | R2    | R1/R2 | R5    | laug/die |
| D01                       |       |       |       |       | 0,063    | E01                        |       |       |       |       | 0,062    |
| SE6C                      | 0,052 | 0,075 | 1,442 | 0,064 |          | ISE6C                      | 0,050 | 0,075 | 1,500 | 0,063 |          |
| SE7C                      | 0,048 | 0,077 | 1,604 | 0,063 |          | ISE7C                      | 0,047 | 0,076 | 1,617 | 0,062 |          |
| IE6C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          | IE6C                       | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          |
| IE7C                      | 0,052 | 0,073 | 1,404 | 0,063 |          | IE7C                       | 0,050 | 0,072 | 1,440 | 0,061 |          |
| ID6C                      | 0,054 | 0,074 | 1,370 | 0,064 |          | ID6C                       | 0,052 | 0,073 | 1,404 | 0,063 |          |
| ID7C                      | 0,053 | 0,071 | 1,340 | 0,062 |          | ID7C                       | 0,051 | 0,071 | 1,392 | 0,061 |          |
| SD6C                      | 0,052 | 0,073 | 1,404 | 0,063 |          | SD6C                       | 0,050 | 0,073 | 1,460 | 0,062 |          |
| SD7C                      | 0,053 | 0,071 | 1,340 | 0,062 |          | SD7C                       | 0,051 | 0,071 | 1,392 | 0,061 |          |
| D02                       |       |       |       |       | 0,063    | E02                        |       |       |       |       | 0,062    |
| SE6C                      | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          | ISE6C                      | 0,049 | 0,074 | 1,510 | 0,062 |          |
| SE7C                      | 0,048 | 0,078 | 1,625 | 0,063 |          | ISE7C                      | 0,047 | 0,077 | 1,638 | 0,062 |          |
| IE6C                      | 0,051 | 0,075 | 1,471 | 0,063 |          | IE6C                       | 0,049 | 0,075 | 1,531 | 0,062 |          |
| IE7C                      | 0,050 | 0,073 | 1,460 | 0,062 |          | IE7C                       | 0,048 | 0,074 | 1,542 | 0,061 |          |
| 6C                        | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |          | ID6C                       | 0,051 | 0,073 | 1,431 | 0,062 |          |
| 7C                        | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 |          | ID7C                       | 0,051 | 0,072 | 1,412 | 0,062 |          |
| SD6C                      | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 |          | SD6C                       | 0,051 | 0,073 | 1,431 | 0,062 |          |
| SD7C                      | 0,052 | 0,073 | 1,404 | 0,063 |          | SD7C                       | 0,050 | 0,073 | 1,460 | 0,062 |          |
| D03                       |       |       |       |       | 0,063    | E03                        |       |       |       |       | 0,062    |
| SE6C                      | 0,050 | 0,075 | 1,500 | 0,063 |          | ISE6C                      | 0,049 | 0,075 | 1,531 | 0,062 |          |
| SE7C                      | 0,049 | 0,077 | 1,571 | 0,063 |          | ISE7C                      | 0,047 | 0,077 | 1,638 | 0,062 |          |
| IE6C                      | 0,051 | 0,075 | 1,471 | 0,063 |          | IE6C                       | 0,050 | 0,076 | 1,520 | 0,063 |          |
| IE7C                      | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          | IE7C                       | 0,050 | 0,074 | 1,480 | 0,062 |          |
| ID6C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          | ID6C                       | 0,051 | 0,073 | 1,431 | 0,062 |          |
| ID7C                      | 0,053 | 0,071 | 1,340 | 0,062 |          | ID7C                       | 0,051 | 0,071 | 1,392 | 0,061 |          |
| SD6C                      | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 |          | SD6C                       | 0,051 | 0,073 | 1,431 | 0,062 |          |
| SD7C                      | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 |          | SD7C                       | 0,052 | 0,072 | 1,385 | 0,062 |          |
| D04                       |       |       |       |       | 0,063    | E04                        |       |       |       |       | 0,062    |
| SE6C                      | 0,050 | 0,076 | 1,520 | 0,063 |          | ISE6C                      | 0,048 | 0,076 | 1,583 | 0,062 |          |
| SE7C                      | 0,052 | 0,075 | 1,442 | 0,064 |          | ISE7C                      | 0,049 | 0,074 | 1,510 | 0,062 |          |
| IE6C                      | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          | IE6C                       | 0,049 | 0,074 | 1,510 | 0,062 |          |
| IE7C                      | 0,051 | 0,075 | 1,471 | 0,063 |          | IE7C                       | 0,049 | 0,075 | 1,531 | 0,062 |          |
| ID6C                      | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |          | ID6C                       | 0,050 | 0,074 | 1,480 | 0,062 |          |
| 7C                        | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 |          | ID7C                       | 0,051 | 0,071 | 1,392 | 0,061 |          |
| SD6C                      | 0,054 | 0,071 | 1,315 | 0,063 |          | SD6C                       | 0,051 | 0,071 | 1,392 | 0,061 |          |
| SD7C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          | SD7C                       | 0,050 | 0,074 | 1,480 | 0,062 |          |
| D05                       |       |       |       |       | 0,063    | E05                        |       |       |       |       | 0,061    |
| SE6C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          | ISE6C                      | 0,049 | 0,073 | 1,490 | 0,061 |          |
| SE7C                      | 0,050 | 0,078 | 1,560 | 0,064 |          | ISE7C                      | 0,048 | 0,077 | 1,604 | 0,063 |          |
| IE6C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          | IE6C                       | 0,050 | 0,073 | 1,460 | 0,062 |          |
| IE7C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          | IE7C                       | 0,049 | 0,073 | 1,490 | 0,061 |          |
| ID6C                      | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 |          | ID6C                       | 0,051 | 0,072 | 1,412 | 0,062 |          |
| ID7C                      | 0,054 | 0,071 | 1,315 | 0,063 |          | ID7C                       | 0,051 | 0,071 | 1,392 | 0,061 |          |
| SD6C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          | SD6C                       | 0,050 | 0,073 | 1,460 | 0,062 |          |
| SD7C                      | 0,054 | 0,071 | 1,315 | 0,063 |          | SD7C                       | 0,051 | 0,070 | 1,373 | 0,061 |          |
| D06                       |       |       |       |       | 0,062    | E06                        |       |       |       |       | 0,062    |
| SE6C                      | 0,050 | 0,075 | 1,500 | 0,063 |          | ISE6C                      | 0,048 | 0,076 | 1,583 | 0,062 |          |
| SE7C                      | 0,049 | 0,075 | 1,531 | 0,062 |          | ISE7C                      | 0,047 | 0,076 | 1,617 | 0,062 |          |
| IE6C                      | 0,051 | 0,072 | 1,412 | 0,062 |          | IE6C                       | 0,049 | 0,075 | 1,531 | 0,062 |          |
| IE7C                      | 0,050 | 0,073 | 1,460 | 0,062 |          | IE7C                       | 0,049 | 0,074 | 1,510 | 0,062 |          |
| ID6C                      | 0,052 | 0,071 | 1,365 | 0,062 |          | ID6C                       | 0,052 | 0,071 | 1,365 | 0,062 |          |
| ID7C                      | 0,050 | 0,072 | 1,440 | 0,061 |          | ID7C                       | 0,052 | 0,070 | 1,346 | 0,061 |          |
| SD6C                      | 0,050 | 0,075 | 1,500 | 0,063 |          | SD6C                       | 0,050 | 0,074 | 1,480 | 0,062 |          |
| SD7C                      | 0,051 | 0,073 | 1,431 | 0,062 |          | SD7C                       | 0,052 | 0,070 | 1,346 | 0,061 |          |
| D07                       |       |       |       |       | 0,062    | E07                        |       |       |       |       | 0,062    |
| SE6C                      | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          | ISE6C                      | 0,051 | 0,073 | 1,431 | 0,062 |          |
| SE7C                      | 0,050 | 0,073 | 1,460 | 0,062 |          | ISE7C                      | 0,046 | 0,079 | 1,717 | 0,063 |          |

| METAL 1 COLUMA DA DIREITA |       |       |       |       |          | METAL 1 COLUMA DA ESQUERDA |       |       |       |       |          |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
|                           | R1    | R2    | R1/R2 | R5    | laug/die |                            | R1    | R2    | R1/R2 | R5    | laug/die |
| IE6C                      | 0,051 | 0,073 | 1,431 | 0,062 |          | IE6C                       | 0,049 | 0,075 | 1,531 | 0,062 |          |
| IE7C                      | 0,049 | 0,074 | 1,510 | 0,062 |          | IE7C                       | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          |
| ID6C                      | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 |          | ID6C                       | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          |
| ID7C                      | 0,051 | 0,073 | 1,431 | 0,062 |          | ID7C                       | 0,051 | 0,071 | 1,392 | 0,061 |          |
| SD6C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          | SD6C                       | 0,051 | 0,073 | 1,431 | 0,062 |          |
| SD7C                      | 0,053 | 0,070 | 1,321 | 0,062 |          | SD7C                       | 0,051 | 0,072 | 1,412 | 0,062 |          |
| D08                       |       |       |       |       | 0,062    | E08                        |       |       |       |       | 0,062    |
| SE6C                      | 0,050 | 0,074 | 1,480 | 0,062 |          | SE6C                       | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          |
| SE7C                      | 0,051 | 0,072 | 1,412 | 0,062 |          | SE7C                       | 0,047 | 0,077 | 1,638 | 0,062 |          |
| IE6C                      | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          | IE6C                       | 0,050 | 0,074 | 1,480 | 0,062 |          |
| IE7C                      | 0,050 | 0,076 | 1,520 | 0,063 |          | IE7C                       | 0,052 | 0,072 | 1,385 | 0,062 |          |
| ID6C                      | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          | ID6C                       | 0,051 | 0,077 | 1,510 | 0,064 |          |
| ID7C                      | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 |          | ID7C                       | 0,052 | 0,072 | 1,385 | 0,062 |          |
| SD6C                      | 0,052 | 0,073 | 1,404 | 0,063 |          | SD6C                       | 0,052 | 0,072 | 1,385 | 0,062 |          |
| 77C                       | 0,052 | 0,072 | 1,385 | 0,062 |          | SD7C                       | 0,054 | 0,070 | 1,296 | 0,062 |          |
| D09                       |       |       |       |       | 0,063    | E09                        |       |       |       |       | 0,063    |
| SE6C                      | 0,051 | 0,075 | 1,471 | 0,063 |          | SE6C                       | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 |          |
| SE7C                      | 0,051 | 0,078 | 1,529 | 0,065 |          | SE7C                       | 0,049 | 0,076 | 1,551 | 0,063 |          |
| IE6C                      | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 |          | IE6C                       | 0,051 | 0,075 | 1,471 | 0,063 |          |
| IE7C                      | 0,051 | 0,075 | 1,471 | 0,063 |          | IE7C                       | 0,049 | 0,075 | 1,531 | 0,062 |          |
| ID6C                      | 0,051 | 0,075 | 1,471 | 0,063 |          | ID6C                       | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 |          |
| ID7C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          | ID7C                       | 0,053 | 0,071 | 1,340 | 0,062 |          |
| SD6C                      | 0,052 | 0,073 | 1,404 | 0,063 |          | SD6C                       | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |          |
| SD7C                      | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 |          | SD7C                       | 0,053 | 0,070 | 1,321 | 0,062 |          |
| D10                       |       |       |       |       | 0,063    | E10                        |       |       |       |       | 0,063    |
| SE6C                      | 0,050 | 0,077 | 1,540 | 0,064 |          | SE6C                       | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |          |
| SE7C                      | 0,051 | 0,076 | 1,490 | 0,064 |          | SE7C                       | 0,050 | 0,077 | 1,540 | 0,064 |          |
| IE6C                      | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          | IE6C                       | 0,051 | 0,076 | 1,490 | 0,064 |          |
| IE7C                      | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          | IE7C                       | 0,048 | 0,076 | 1,583 | 0,062 |          |
| ID6C                      | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 |          | ID6C                       | 0,054 | 0,072 | 1,333 | 0,063 |          |
| ID7C                      | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          | ID7C                       | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 |          |
| SD6C                      | 0,054 | 0,072 | 1,333 | 0,063 |          | SD6C                       | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |          |
| SD7C                      | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 |          | SD7C                       | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          |
| D11                       |       |       |       |       | 0,064    | E11                        |       |       |       |       | 0,063    |
| SE6C                      | 0,051 | 0,076 | 1,490 | 0,064 |          | SE6C                       | 0,050 | 0,076 | 1,520 | 0,063 |          |
| SE7C                      | 0,052 | 0,076 | 1,462 | 0,064 |          | SE7C                       | 0,048 | 0,079 | 1,646 | 0,064 |          |
| IE6C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |          | IE6C                       | 0,051 | 0,074 | 1,451 | 0,063 |          |
| IE7C                      | 0,049 | 0,077 | 1,571 | 0,063 |          | IE7C                       | 0,050 | 0,076 | 1,520 | 0,063 |          |
| ID6C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |          | ID6C                       | 0,054 | 0,074 | 1,370 | 0,064 |          |
| ID7C                      | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 |          | ID7C                       | 0,052 | 0,073 | 1,404 | 0,063 |          |
| SD6C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |          | SD6C                       | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |          |
| SD7C                      | 0,054 | 0,071 | 1,315 | 0,063 |          | SD7C                       | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |          |
| D12                       |       |       |       |       | 0,064    | E12                        |       |       |       |       | 0,063    |
| SE6C                      | 0,055 | 0,075 | 1,364 | 0,065 |          | SE6C                       | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |          |
| SE7C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          | SE7C                       | 0,048 | 0,079 | 1,646 | 0,064 |          |
| IE6C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |          | IE6C                       | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          |
| IE7C                      | 0,052 | 0,075 | 1,442 | 0,064 |          | IE7C                       | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |          |
| ID6C                      | 0,054 | 0,074 | 1,370 | 0,064 |          | ID6C                       | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |          |
| ID7C                      | 0,052 | 0,073 | 1,404 | 0,063 |          | ID7C                       | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |          |
| SD6C                      | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 |          | SD6C                       | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 |          |
| SD7C                      | 0,054 | 0,073 | 1,352 | 0,064 |          | SD7C                       | 0,054 | 0,073 | 1,352 | 0,064 |          |
| D13                       |       |       |       |       | 0,064    | E13                        |       |       |       |       | 0,063    |
| SE6C                      | 0,054 | 0,073 | 1,352 | 0,064 |          | SE6C                       | 0,052 | 0,075 | 1,442 | 0,064 |          |
| SE7C                      | 0,051 | 0,076 | 1,490 | 0,064 |          | SE7C                       | 0,048 | 0,079 | 1,646 | 0,064 |          |
| IE6C                      | 0,052 | 0,075 | 1,442 | 0,064 |          | IE6C                       | 0,052 | 0,075 | 1,442 | 0,064 |          |
| IE7C                      | 0,050 | 0,078 | 1,560 | 0,064 |          | IE7C                       | 0,052 | 0,075 | 1,442 | 0,064 |          |
| ID6C                      | 0,055 | 0,074 | 1,345 | 0,065 |          | ID6C                       | 0,054 | 0,074 | 1,370 | 0,064 |          |

| METAL 1 COLUMA DA DIREITA |       |       |       |       |         | METAL 1 COLUMA DA ESQUERDA |       |       |       |       |         |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|
|                           | R1    | R2    | R1/R2 | RS    | avg/die |                            | R1    | R2    | R1/R2 | RS    | avg/die |
| ID7C                      | 0,054 | 0,074 | 1,370 | 0,064 | 0,063   | IID7C                      | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 | 0,063   |
| SD6C                      | 0,055 | 0,073 | 1,327 | 0,064 |         | ISD6C                      | 0,054 | 0,073 | 1,352 | 0,064 |         |
| SD7C                      | 0,055 | 0,073 | 1,327 | 0,064 |         | ISD7C                      | 0,054 | 0,072 | 1,333 | 0,063 |         |
| D14                       |       |       |       |       |         | E14                        |       |       |       |       |         |
| SE6C                      | 0,051 | 0,076 | 1,490 | 0,064 |         | ISE6C                      | 0,052 | 0,077 | 1,481 | 0,065 |         |
| SE7C                      | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 | 0,063   | ISE7C                      | 0,048 | 0,079 | 1,646 | 0,064 | 0,063   |
| IE6C                      | 0,051 | 0,076 | 1,490 | 0,064 |         | IEE6C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |         |
| IE7C                      | 0,051 | 0,075 | 1,471 | 0,063 |         | IEE7C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |         |
| ID6C                      | 0,054 | 0,072 | 1,333 | 0,063 |         | IDE6C                      | 0,055 | 0,071 | 1,291 | 0,063 |         |
| ID7C                      | 0,052 | 0,075 | 1,442 | 0,064 |         | IDE7C                      | 0,054 | 0,071 | 1,315 | 0,063 |         |
| SD6C                      | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 | 0,063   | ISD6C                      | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 | 0,063   |
| SD7C                      | 0,054 | 0,071 | 1,315 | 0,063 |         | ISD7C                      | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 |         |
| D15                       |       |       |       |       |         | E15                        |       |       |       |       |         |
| SE6C                      | 0,051 | 0,078 | 1,529 | 0,065 |         | ISE6C                      | 0,052 | 0,075 | 1,442 | 0,064 |         |
| SE7C                      | 0,051 | 0,076 | 1,490 | 0,064 |         | ISE7C                      | 0,047 | 0,080 | 1,702 | 0,064 |         |
| IE6C                      | 0,051 | 0,075 | 1,471 | 0,063 | 0,064   | IEE6C                      | 0,052 | 0,075 | 1,442 | 0,064 | 0,064   |
| IE7C                      | 0,051 | 0,077 | 1,510 | 0,064 |         | IEE7C                      | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |         |
| ID6C                      | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 |         | IDE6C                      | 0,054 | 0,073 | 1,352 | 0,064 |         |
| ID7C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |         | IDE7C                      | 0,054 | 0,071 | 1,315 | 0,063 |         |
| SD6C                      | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |         | ISD6C                      | 0,055 | 0,071 | 1,291 | 0,063 |         |
| SD7C                      | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 | 0,064   | ISD7C                      | 0,051 | 0,076 | 1,490 | 0,064 | 0,064   |
| D16                       |       |       |       |       |         | E16                        |       |       |       |       |         |
| SE6C                      | 0,052 | 0,076 | 1,462 | 0,064 |         | ISE6C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |         |
| SE7C                      | 0,052 | 0,073 | 1,404 | 0,063 |         | ISE7C                      | 0,050 | 0,077 | 1,540 | 0,064 |         |
| IE6C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |         | IEE6C                      | 0,052 | 0,078 | 1,500 | 0,065 |         |
| IE7C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 | 0,064   | IEE7C                      | 0,053 | 0,076 | 1,434 | 0,065 | 0,064   |
| ID6C                      | 0,055 | 0,072 | 1,309 | 0,064 |         | IDE6C                      | 0,054 | 0,073 | 1,352 | 0,064 |         |
| ID7C                      | 0,054 | 0,073 | 1,352 | 0,064 |         | IDE7C                      | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |         |
| SD6C                      | 0,055 | 0,074 | 1,345 | 0,065 |         | ISD6C                      | 0,055 | 0,074 | 1,345 | 0,065 |         |
| SD7C                      | 0,054 | 0,073 | 1,352 | 0,064 |         | ISD7C                      | 0,055 | 0,071 | 1,291 | 0,063 |         |
| D17                       |       |       |       |       | 0,064   | E17                        |       |       |       |       | 0,064   |
| SE6C                      | 0,053 | 0,077 | 1,453 | 0,065 |         | ISE6C                      | 0,052 | 0,075 | 1,442 | 0,064 |         |
| SE7C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |         | ISE7C                      | 0,051 | 0,077 | 1,510 | 0,064 |         |
| IE6C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |         | IEE6C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |         |
| IE7C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |         | IEE7C                      | 0,052 | 0,075 | 1,442 | 0,064 |         |
| ID6C                      | 0,055 | 0,073 | 1,327 | 0,064 | 0,064   | IDE6C                      | 0,056 | 0,077 | 1,375 | 0,067 | 0,064   |
| ID7C                      | 0,053 | 0,073 | 1,377 | 0,063 |         | IDE7C                      | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |         |
| SD6C                      | 0,054 | 0,075 | 1,389 | 0,065 |         | ISD6C                      | 0,057 | 0,071 | 1,246 | 0,064 |         |
| SD7C                      | 0,055 | 0,071 | 1,291 | 0,063 |         | ISD7C                      | 0,054 | 0,073 | 1,352 | 0,064 |         |
| D18                       |       |       |       |       |         | E18                        |       |       |       |       |         |
| SE6C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 | 0,064   | ISE6C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 | 0,064   |
| SE7C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |         | ISE7C                      | 0,050 | 0,081 | 1,620 | 0,066 |         |
| IE6C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |         | IEE6C                      | 0,052 | 0,076 | 1,462 | 0,064 |         |
| IE7C                      | 0,052 | 0,076 | 1,462 | 0,064 |         | IEE7C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |         |
| ID6C                      | 0,057 | 0,075 | 1,316 | 0,066 |         | IDE6C                      | 0,054 | 0,074 | 1,370 | 0,064 |         |
| ID7C                      | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 | 0,064   | IDE7C                      | 0,055 | 0,075 | 1,364 | 0,065 | 0,063   |
| SD6C                      | 0,055 | 0,074 | 1,345 | 0,065 |         | ISD6C                      | 0,054 | 0,074 | 1,370 | 0,064 |         |
| SD7C                      | 0,055 | 0,072 | 1,309 | 0,064 |         | ISD7C                      | 0,054 | 0,072 | 1,333 | 0,063 |         |
| D19                       |       |       |       |       |         | E19                        |       |       |       |       |         |
| SE6C                      | 0,054 | 0,075 | 1,389 | 0,065 | 0,064   | ISE6C                      | 0,054 | 0,073 | 1,352 | 0,064 | 0,063   |
| SE7C                      | 0,054 | 0,075 | 1,389 | 0,065 |         | ISE7C                      | 0,049 | 0,078 | 1,592 | 0,064 |         |
| IE6C                      | 0,054 | 0,076 | 1,407 | 0,065 |         | IEE6C                      | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064 |         |
| IE7C                      | 0,054 | 0,076 | 1,407 | 0,065 |         | IEE7C                      | 0,051 | 0,076 | 1,490 | 0,064 |         |
| ID6C                      | 0,054 | 0,073 | 1,352 | 0,064 |         | IDE6C                      | 0,053 | 0,074 | 1,396 | 0,064 |         |
| ID7C                      | 0,055 | 0,075 | 1,364 | 0,065 | 0,064   | IDE7C                      | 0,053 | 0,072 | 1,358 | 0,063 | 0,063   |
| SD6C                      | 0,056 | 0,072 | 1,286 | 0,064 |         | ISD6C                      | 0,055 | 0,072 | 1,309 | 0,064 |         |
| SD7C                      | 0,057 | 0,071 | 1,246 | 0,064 |         | ISD7C                      | 0,052 | 0,074 | 1,423 | 0,063 |         |

| METAL 1 COLUMNA DA DIREITA |       |       |       |          |       | METAL 1 COLUMNA DA ESQUERDA |       |       |       |          |  |
|----------------------------|-------|-------|-------|----------|-------|-----------------------------|-------|-------|-------|----------|--|
| R1                         | R2    | R1/R2 | RS    | laug/die |       | R1                          | R2    | R1/R2 | RS    | laug/die |  |
| D20                        |       |       |       | 0,064    | E20   |                             |       |       |       | 0,064    |  |
| SE6C                       | 0,054 | 0,075 | 1,389 | 0,065    | ISE6C | 0,053                       | 0,075 | 1,415 | 0,064 |          |  |
| SE7C                       | 0,053 | 0,075 | 1,415 | 0,064    | ISE7C | 0,049                       | 0,079 | 1,612 | 0,064 |          |  |
| IE6C                       | 0,054 | 0,075 | 1,389 | 0,065    | IE6C  | 0,053                       | 0,074 | 1,396 | 0,064 |          |  |
| IE7C                       | 0,054 | 0,076 | 1,407 | 0,065    | IE7C  | 0,051                       | 0,076 | 1,490 | 0,064 |          |  |
| ID6C                       | 0,055 | 0,074 | 1,345 | 0,065    | ID6C  | 0,054                       | 0,074 | 1,370 | 0,064 |          |  |
| ID7C                       | 0,055 | 0,074 | 1,345 | 0,065    | ID7C  | 0,054                       | 0,073 | 1,352 | 0,064 |          |  |
| SD6C                       | 0,056 | 0,072 | 1,286 | 0,064    | ISD6C | 0,053                       | 0,074 | 1,396 | 0,064 |          |  |
| SD7C                       | 0,056 | 0,072 | 1,286 | 0,064    | ISD7C | 0,053                       | 0,073 | 1,377 | 0,063 |          |  |
| MEDIA                      |       |       |       |          |       | MEDIA                       |       |       |       |          |  |
| SIGMA                      |       |       |       |          |       | SIGMA                       |       |       |       |          |  |
|                            |       | 1,413 | 0,063 | 0,063    |       |                             | 1,428 | 0,063 | 0,063 |          |  |
|                            |       | 0,067 | 0,001 | 0,001    |       |                             | 0,081 | 0,001 | 0,001 |          |  |



| POLY COLUMA DA DIREITA |        |        |       |        |         | POLY COLUMA DA ESQUERDA |        |        |       |        |         |
|------------------------|--------|--------|-------|--------|---------|-------------------------|--------|--------|-------|--------|---------|
|                        | R1     | R2     | R1/R2 | RS     | AVG/DIE |                         | R1     | R2     | R1/R2 | RS     | AVG/DIE |
| B01                    |        |        |       |        | 20,654  | E01                     |        |        |       |        | 20,660  |
| SE1A                   | 18,211 | 21,539 | 1,183 | 19,875 |         | SE1A                    | 18,088 | 21,790 | 1,205 | 19,939 |         |
| SE2A                   | 18,222 | 22,739 | 1,248 | 20,481 |         | SE2A                    | 18,123 | 22,691 | 1,252 | 20,407 |         |
| SE4A                   | 19,949 | 22,545 | 1,130 | 21,247 |         | SE4A                    | 19,836 | 25,509 | 1,286 | 22,673 |         |
| SE6A                   | 16,816 | 24,035 | 1,429 | 20,426 |         | SE6A                    | 16,722 | 23,996 | 1,435 | 20,359 |         |
| SE5A                   | 20,147 | 23,598 | 1,171 | 21,873 |         | SE5A                    | 20,052 | 23,526 | 1,173 | 21,789 |         |
| IE1A                   | 19,636 | 23,088 | 1,176 | 21,362 |         | IE1A                    | 19,519 | 23,023 | 1,180 | 21,271 |         |
| IE2A                   | 18,343 | 23,558 | 1,284 | 20,951 |         | IE2A                    | 18,237 | 23,506 | 1,289 | 20,872 |         |
| IE4A                   | 18,925 | 22,590 | 1,194 | 20,758 |         | IE4A                    | 18,810 | 22,539 | 1,198 | 20,675 |         |
| IE6A                   | 19,547 | 20,999 | 1,074 | 20,273 |         | IE6A                    | 19,446 | 20,945 | 1,077 | 20,196 |         |
| IESA                   | 19,043 | 21,389 | 1,123 | 20,216 |         | IESA                    | 18,916 | 21,334 | 1,128 | 20,125 |         |
| ID1A                   | 21,100 | 19,849 | 1,063 | 20,475 |         | ID1A                    | 21,003 | 19,778 | 1,062 | 20,391 |         |
| ID2A                   | 17,374 | 24,540 | 1,412 | 20,957 |         | ID2A                    | 17,269 | 24,493 | 1,418 | 20,881 |         |
| ID4A                   | 19,027 | 21,853 | 1,149 | 20,440 |         | ID4A                    | 18,925 | 21,801 | 1,152 | 20,363 |         |
| 6A                     | 18,825 | 22,412 | 1,191 | 20,619 |         | ID6A                    | 18,728 | 22,377 | 1,195 | 20,553 |         |
| ID5A                   | 18,978 | 24,775 | 1,305 | 21,877 |         | ID5A                    | 18,882 | 24,723 | 1,309 | 21,803 |         |
| SD1A                   | 18,480 | 22,159 | 1,199 | 20,320 |         | SD1A                    | 18,369 | 22,101 | 1,203 | 20,235 |         |
| SD2A                   | 18,204 | 21,459 | 1,179 | 19,832 |         | SD2A                    | 18,109 | 21,417 | 1,183 | 19,763 |         |
| SD4A                   | 17,527 | 22,523 | 1,285 | 20,025 |         | SD4A                    | 17,419 | 22,485 | 1,291 | 19,952 |         |
| SD6A                   | 17,333 | 23,529 | 1,357 | 20,431 |         | SD6A                    | 17,246 | 23,491 | 1,362 | 20,369 |         |
| SD5A                   | 20,340 | 20,969 | 1,031 | 20,655 |         | SD5A                    | 20,249 | 20,921 | 1,033 | 20,585 |         |
| B02                    |        |        |       |        | 21,120  | E02                     |        |        |       |        | 21,041  |
| SE1A                   | 22,074 | 21,667 | 1,019 | 21,871 |         | SE1A                    | 21,980 | 21,623 | 1,017 | 21,802 |         |
| SE2A                   | 16,876 | 22,840 | 1,353 | 19,858 |         | SE2A                    | 16,384 | 22,789 | 1,391 | 19,587 |         |
| SE4A                   | 21,975 | 20,754 | 1,059 | 21,365 |         | SE4A                    | 21,885 | 20,700 | 1,057 | 21,293 |         |
| SE6A                   | 18,352 | 23,895 | 1,302 | 21,124 |         | SE6A                    | 18,326 | 23,842 | 1,301 | 21,084 |         |
| SE5A                   | 18,450 | 25,228 | 1,367 | 21,839 |         | SE5A                    | 18,351 | 25,175 | 1,372 | 21,763 |         |
| IE1A                   | 20,559 | 24,891 | 1,211 | 22,725 |         | IE1A                    | 20,449 | 24,845 | 1,215 | 22,647 |         |
| IE2A                   | 18,198 | 22,636 | 1,244 | 20,417 |         | IE2A                    | 18,114 | 22,584 | 1,247 | 20,349 |         |
| IE4A                   | 18,976 | 23,677 | 1,248 | 21,327 |         | IE4A                    | 18,778 | 23,565 | 1,255 | 21,172 |         |
| IE6A                   | 18,974 | 21,142 | 1,114 | 20,058 |         | IE6A                    | 18,888 | 21,088 | 1,116 | 19,988 |         |
| IESA                   | 19,801 | 24,511 | 1,238 | 22,156 |         | IESA                    | 19,717 | 24,465 | 1,241 | 22,091 |         |
| ID1A                   | 21,039 | 22,892 | 1,088 | 21,966 |         | ID1A                    | 20,991 | 22,847 | 1,088 | 21,919 |         |
| 2A                     | 19,073 | 24,038 | 1,260 | 21,556 |         | ID2A                    | 18,993 | 23,990 | 1,263 | 21,492 |         |
| ID4A                   | 19,399 | 23,804 | 1,227 | 21,602 |         | ID4A                    | 19,310 | 23,752 | 1,230 | 21,531 |         |
| ID6A                   | 17,661 | 22,003 | 1,246 | 19,832 |         | ID6A                    | 17,580 | 21,950 | 1,249 | 19,765 |         |
| ID5A                   | 18,476 | 23,838 | 1,290 | 21,157 |         | ID5A                    | 18,392 | 23,782 | 1,293 | 21,087 |         |
| SD1A                   | 18,734 | 20,757 | 1,108 | 19,746 |         | SD1A                    | 18,644 | 20,697 | 1,110 | 19,671 |         |
| SD2A                   | 18,771 | 23,628 | 1,259 | 21,200 |         | SD2A                    | 18,756 | 23,590 | 1,258 | 21,173 |         |
| SD4A                   | 19,613 | 19,992 | 1,019 | 19,803 |         | SD4A                    | 19,524 | 19,941 | 1,021 | 19,733 |         |
| SD6A                   | 18,177 | 22,504 | 1,238 | 20,341 |         | SD6A                    | 18,108 | 22,456 | 1,240 | 20,282 |         |
| SD5A                   | 19,856 | 25,065 | 1,262 | 22,461 |         | SD5A                    | 19,767 | 25,025 | 1,266 | 22,396 |         |
| B03                    |        |        |       |        | 21,165  | E03                     |        |        |       |        | 21,111  |
| SE1A                   | 19,846 | 23,943 | 1,206 | 21,895 |         | SE1A                    | 19,758 | 23,885 | 1,209 | 21,822 |         |
| SE2A                   | 18,148 | 24,500 | 1,350 | 21,324 |         | SE2A                    | 18,075 | 24,453 | 1,353 | 21,264 |         |
| SE4A                   | 20,600 | 22,022 | 1,069 | 21,311 |         | SE4A                    | 20,521 | 21,973 | 1,071 | 21,247 |         |
| SE6A                   | 19,113 | 23,276 | 1,218 | 21,195 |         | SE6A                    | 19,065 | 23,228 | 1,218 | 21,147 |         |
| SE5A                   | 20,864 | 22,557 | 1,081 | 21,711 |         | SE5A                    | 20,790 | 22,501 | 1,082 | 21,646 |         |
| IE1A                   | 20,267 | 24,166 | 1,192 | 22,217 |         | IE1A                    | 20,194 | 24,118 | 1,194 | 22,156 |         |
| IE2A                   | 19,118 | 22,165 | 1,159 | 20,642 |         | IE2A                    | 19,055 | 22,118 | 1,161 | 20,587 |         |
| IE4A                   | 19,342 | 20,962 | 1,084 | 20,152 |         | IE4A                    | 19,264 | 20,906 | 1,085 | 20,085 |         |
| IE6A                   | 19,187 | 22,562 | 1,176 | 20,875 |         | IE6A                    | 19,107 | 22,511 | 1,178 | 20,809 |         |
| IESA                   | 20,587 | 20,764 | 1,009 | 20,676 |         | IESA                    | 20,514 | 20,712 | 1,010 | 20,613 |         |
| ID1A                   | 20,651 | 22,048 | 1,068 | 21,350 |         | ID1A                    | 20,633 | 22,000 | 1,066 | 21,317 |         |
| ID2A                   | 18,787 | 22,663 | 1,206 | 20,725 |         | ID2A                    | 18,717 | 22,609 | 1,208 | 20,663 |         |
| ID4A                   | 19,514 | 22,391 | 1,147 | 20,953 |         | ID4A                    | 19,448 | 22,337 | 1,149 | 20,893 |         |
| ID6A                   | 20,099 | 21,892 | 1,089 | 20,996 |         | ID6A                    | 20,035 | 21,828 | 1,089 | 20,932 |         |

| POLY COLUMNA DA DIREITA |        |        |       |        |          | POLY COLUMNA DA ESQUERDA |        |        |       |        |          |
|-------------------------|--------|--------|-------|--------|----------|--------------------------|--------|--------|-------|--------|----------|
|                         | R1     | R2     | R1/R2 | RS     | IAVG/DIE |                          | R1     | R2     | R1/R2 | RS     | IAVG/DIE |
| D01                     |        |        |       |        | 20,654   | E01                      |        |        |       |        | 20,660   |
| SE1A                    | 18,211 | 21,539 | 1,183 | 19,875 |          | ISE1A                    | 18,088 | 21,790 | 1,205 | 19,939 |          |
| SE2A                    | 18,222 | 22,739 | 1,248 | 20,481 |          | ISE2A                    | 18,123 | 22,691 | 1,252 | 20,407 |          |
| SE4A                    | 19,949 | 22,545 | 1,130 | 21,247 |          | ISE4A                    | 19,836 | 25,509 | 1,286 | 22,673 |          |
| SE6A                    | 16,816 | 24,035 | 1,429 | 20,426 |          | ISE6A                    | 16,722 | 23,996 | 1,435 | 20,359 |          |
| SE5A                    | 20,147 | 23,598 | 1,171 | 21,873 |          | ISE5A                    | 20,052 | 23,526 | 1,173 | 21,789 |          |
| IE1A                    | 19,636 | 23,088 | 1,176 | 21,362 |          | IE1A                     | 19,519 | 23,023 | 1,180 | 21,271 |          |
| IE2A                    | 18,343 | 23,558 | 1,284 | 20,951 |          | IE2A                     | 18,237 | 23,506 | 1,289 | 20,872 |          |
| IE4A                    | 18,925 | 22,590 | 1,194 | 20,758 |          | IE4A                     | 18,810 | 22,539 | 1,198 | 20,675 |          |
| IE6A                    | 19,547 | 20,999 | 1,074 | 20,273 |          | IE6A                     | 19,446 | 20,945 | 1,077 | 20,196 |          |
| IESA                    | 19,043 | 21,389 | 1,123 | 20,216 |          | IESA                     | 18,916 | 21,334 | 1,128 | 20,125 |          |
| ID1A                    | 21,100 | 19,849 | 1,063 | 20,475 |          | ID1A                     | 21,003 | 19,778 | 1,062 | 20,391 |          |
| ID2A                    | 17,374 | 24,540 | 1,412 | 20,957 |          | ID2A                     | 17,269 | 24,493 | 1,418 | 20,881 |          |
| ID4A                    | 19,027 | 21,853 | 1,149 | 20,440 |          | ID4A                     | 18,925 | 21,801 | 1,152 | 20,363 |          |
| 6A                      | 18,825 | 22,412 | 1,191 | 20,619 |          | ID6A                     | 18,728 | 22,377 | 1,195 | 20,553 |          |
| IDSa                    | 18,978 | 24,775 | 1,305 | 21,877 |          | IDSa                     | 18,882 | 24,723 | 1,309 | 21,803 |          |
| SD1A                    | 18,480 | 22,159 | 1,199 | 20,320 |          | SD1A                     | 18,369 | 22,101 | 1,203 | 20,235 |          |
| SD2A                    | 18,204 | 21,459 | 1,179 | 19,832 |          | SD2A                     | 18,109 | 21,417 | 1,183 | 19,763 |          |
| SD4A                    | 17,327 | 22,523 | 1,285 | 20,025 |          | SD4A                     | 17,419 | 22,485 | 1,291 | 19,952 |          |
| SD6A                    | 17,333 | 23,529 | 1,357 | 20,431 |          | SD6A                     | 17,246 | 23,491 | 1,362 | 20,369 |          |
| SD5A                    | 20,340 | 20,969 | 1,031 | 20,655 |          | SD5A                     | 20,249 | 20,921 | 1,033 | 20,585 |          |
| D02                     |        |        |       |        | 21,120   | E02                      |        |        |       |        | 21,041   |
| SE1A                    | 22,074 | 21,667 | 1,019 | 21,871 |          | ISE1A                    | 21,980 | 21,623 | 1,017 | 21,802 |          |
| SE2A                    | 16,876 | 22,840 | 1,353 | 19,858 |          | ISE2A                    | 16,384 | 22,789 | 1,391 | 19,587 |          |
| SE4A                    | 21,975 | 20,754 | 1,059 | 21,365 |          | ISE4A                    | 21,885 | 20,700 | 1,057 | 21,293 |          |
| SE6A                    | 18,352 | 23,895 | 1,302 | 21,124 |          | ISE6A                    | 18,326 | 23,842 | 1,301 | 21,084 |          |
| SE5A                    | 18,450 | 25,228 | 1,367 | 21,839 |          | ISE5A                    | 18,351 | 25,175 | 1,372 | 21,763 |          |
| IE1A                    | 20,559 | 24,891 | 1,211 | 22,725 |          | IE1A                     | 20,449 | 24,845 | 1,215 | 22,647 |          |
| IE2A                    | 18,198 | 22,636 | 1,244 | 20,417 |          | IE2A                     | 18,114 | 22,584 | 1,247 | 20,349 |          |
| IE4A                    | 18,976 | 23,677 | 1,248 | 21,327 |          | IE4A                     | 18,778 | 23,565 | 1,255 | 21,172 |          |
| IE6A                    | 18,974 | 21,142 | 1,114 | 20,056 |          | IE6A                     | 18,888 | 21,088 | 1,116 | 19,988 |          |
| IESA                    | 19,801 | 24,511 | 1,238 | 22,156 |          | IESA                     | 19,717 | 24,465 | 1,241 | 22,091 |          |
| ID1A                    | 21,039 | 22,892 | 1,088 | 21,966 |          | ID1A                     | 20,991 | 22,847 | 1,088 | 21,919 |          |
| J2A                     | 19,073 | 24,938 | 1,260 | 21,556 |          | ID2A                     | 18,993 | 23,990 | 1,263 | 21,492 |          |
| ID4A                    | 19,399 | 23,804 | 1,227 | 21,602 |          | ID4A                     | 19,310 | 23,752 | 1,230 | 21,531 |          |
| ID6A                    | 17,661 | 22,003 | 1,246 | 19,832 |          | ID6A                     | 17,580 | 21,950 | 1,249 | 19,765 |          |
| IDSa                    | 18,476 | 23,838 | 1,290 | 21,157 |          | ID5A                     | 18,392 | 23,782 | 1,293 | 21,087 |          |
| SD1A                    | 18,734 | 20,757 | 1,108 | 19,746 |          | SD1A                     | 18,644 | 20,697 | 1,110 | 19,671 |          |
| SD2A                    | 18,771 | 23,628 | 1,259 | 21,200 |          | SD2A                     | 18,756 | 23,590 | 1,258 | 21,173 |          |
| SD4A                    | 19,613 | 19,992 | 1,019 | 19,803 |          | SD4A                     | 19,524 | 19,941 | 1,021 | 19,733 |          |
| SD6A                    | 18,177 | 22,504 | 1,238 | 20,341 |          | SD6A                     | 18,108 | 22,456 | 1,240 | 20,282 |          |
| SD5A                    | 19,856 | 25,065 | 1,262 | 22,461 |          | SD5A                     | 19,767 | 25,025 | 1,266 | 22,396 |          |
| D03                     |        |        |       |        | 21,165   | E03                      |        |        |       |        | 21,111   |
| SE1A                    | 19,846 | 23,943 | 1,206 | 21,895 |          | ISE1A                    | 19,758 | 23,885 | 1,209 | 21,822 |          |
| SE2A                    | 18,148 | 24,500 | 1,350 | 21,324 |          | ISE2A                    | 18,075 | 24,453 | 1,353 | 21,264 |          |
| SE4A                    | 20,600 | 22,022 | 1,069 | 21,311 |          | ISE4A                    | 20,521 | 21,973 | 1,071 | 21,247 |          |
| SE6A                    | 19,113 | 23,276 | 1,218 | 21,195 |          | ISE6A                    | 19,065 | 23,228 | 1,218 | 21,147 |          |
| SE5A                    | 20,864 | 22,557 | 1,081 | 21,711 |          | ISE5A                    | 20,790 | 22,501 | 1,082 | 21,646 |          |
| IE1A                    | 20,267 | 24,166 | 1,192 | 22,217 |          | IE1A                     | 20,194 | 24,118 | 1,194 | 22,156 |          |
| IE2A                    | 19,118 | 22,165 | 1,159 | 20,642 |          | IE2A                     | 19,055 | 22,118 | 1,161 | 20,587 |          |
| IE4A                    | 19,342 | 20,962 | 1,084 | 20,152 |          | IE4A                     | 19,264 | 20,906 | 1,085 | 20,085 |          |
| IE6A                    | 19,187 | 22,562 | 1,176 | 20,875 |          | IE6A                     | 19,107 | 22,511 | 1,178 | 20,809 |          |
| IESA                    | 20,587 | 20,764 | 1,009 | 20,676 |          | IESA                     | 20,514 | 20,712 | 1,010 | 20,613 |          |
| ID1A                    | 20,651 | 22,048 | 1,068 | 21,350 |          | ID1A                     | 20,633 | 22,000 | 1,066 | 21,317 |          |
| ID2A                    | 18,787 | 22,663 | 1,206 | 20,725 |          | ID2A                     | 18,717 | 22,609 | 1,208 | 20,663 |          |
| ID4A                    | 19,514 | 22,391 | 1,147 | 20,953 |          | ID4A                     | 19,448 | 22,337 | 1,149 | 20,893 |          |
| ID6A                    | 20,099 | 21,892 | 1,089 | 20,996 |          | ID6A                     | 20,035 | 21,828 | 1,089 | 20,932 |          |

| POLY COLUMNA DA DIREITA |        |        |       |          | POLY COLUMNA DA ESQUERDA |        |        |       |          |
|-------------------------|--------|--------|-------|----------|--------------------------|--------|--------|-------|----------|
| R1                      | R2     | R1/R2  | RS    | IAVG/DIE | R1                       | R2     | R1/R2  | RS    | IAVG/DIE |
| ID5A                    | 22,596 | 20,877 | 1,082 | 21,737   | ID5A                     | 22,576 | 20,865 | 1,082 | 21,721   |
| SD1A                    | 20,226 | 23,770 | 1,175 | 21,998   | SD1A                     | 20,174 | 23,742 | 1,177 | 21,958   |
| SD2A                    | 17,651 | 22,989 | 1,302 | 20,320   | SD2A                     | 17,582 | 22,940 | 1,305 | 20,261   |
| SD4A                    | 21,637 | 19,912 | 1,087 | 20,775   | SD4A                     | 21,559 | 19,863 | 1,085 | 20,711   |
| SD6A                    | 18,590 | 23,946 | 1,288 | 21,268   | SD6A                     | 18,624 | 23,898 | 1,283 | 21,261   |
| SD5A                    | 20,706 | 21,672 | 1,047 | 21,189   | SD5A                     | 20,632 | 21,621 | 1,048 | 21,127   |
| D04                     |        |        |       | 21,503   | E04                      |        |        |       | 21,360   |
| SE1A                    | 19,421 | 22,342 | 1,150 | 20,882   | SE1A                     | 19,270 | 22,193 | 1,152 | 20,732   |
| SE2A                    | 18,860 | 24,270 | 1,287 | 21,565   | SE2A                     | 18,563 | 24,128 | 1,300 | 21,346   |
| SE4A                    | 20,050 | 24,494 | 1,222 | 22,272   | SE4A                     | 19,887 | 24,378 | 1,226 | 22,133   |
| SE6A                    | 16,549 | 22,366 | 1,352 | 19,458   | SE6A                     | 16,413 | 22,220 | 1,354 | 19,317   |
| SE5A                    | 18,623 | 23,667 | 1,271 | 21,145   | SE5A                     | 18,476 | 23,116 | 1,251 | 20,796   |
| IE1A                    | 20,332 | 25,035 | 1,231 | 22,684   | IE1A                     | 20,172 | 24,900 | 1,234 | 22,536   |
| IE2A                    | 19,416 | 21,428 | 1,104 | 20,422   | IE2A                     | 19,330 | 21,285 | 1,101 | 20,308   |
| 4A                      | 19,583 | 23,366 | 1,193 | 21,475   | IE4A                     | 19,483 | 23,233 | 1,192 | 21,358   |
| IE6A                    | 19,781 | 23,203 | 1,173 | 21,492   | IE6A                     | 19,664 | 23,060 | 1,173 | 21,362   |
| IE5A                    | 21,424 | 23,336 | 1,089 | 22,380   | IE5A                     | 21,291 | 23,190 | 1,089 | 22,241   |
| ID1A                    | 20,019 | 24,005 | 1,199 | 22,012   | ID1A                     | 19,971 | 23,878 | 1,196 | 21,925   |
| ID2A                    | 18,324 | 23,875 | 1,303 | 21,100   | ID2A                     | 18,206 | 23,732 | 1,304 | 20,969   |
| ID4A                    | 19,882 | 24,087 | 1,211 | 21,985   | ID4A                     | 19,746 | 23,940 | 1,212 | 21,843   |
| ID6A                    | 18,995 | 22,430 | 1,181 | 20,713   | ID6A                     | 18,880 | 22,301 | 1,181 | 20,591   |
| ID5A                    | 18,458 | 23,408 | 1,268 | 20,933   | ID5A                     | 18,356 | 23,319 | 1,270 | 20,838   |
| SD1A                    | 21,601 | 21,950 | 1,016 | 21,776   | SD1A                     | 21,476 | 21,810 | 1,016 | 21,643   |
| SD2A                    | 19,245 | 23,481 | 1,220 | 21,363   | SD2A                     | 19,129 | 23,360 | 1,221 | 21,245   |
| SD4A                    | 21,827 | 23,312 | 1,068 | 22,570   | SD4A                     | 21,691 | 23,186 | 1,069 | 22,439   |
| SD6A                    | 17,497 | 24,840 | 1,420 | 21,169   | SD6A                     | 17,387 | 24,717 | 1,422 | 21,052   |
| SD5A                    | 21,257 | 24,091 | 1,133 | 22,674   | SD5A                     | 21,116 | 23,948 | 1,134 | 22,532   |
| D05                     |        |        |       | 21,939   | E05                      |        |        |       | 21,814   |
| SE1A                    | 21,450 | 23,212 | 1,082 | 22,331   | SE1A                     | 21,344 | 23,036 | 1,079 | 22,190   |
| SE2A                    | 19,685 | 23,198 | 1,178 | 21,442   | SE2A                     | 19,570 | 23,043 | 1,177 | 21,307   |
| SE4A                    | 20,070 | 25,046 | 1,248 | 22,558   | SE4A                     | 19,960 | 24,866 | 1,246 | 22,413   |
| SE6A                    | 18,143 | 23,988 | 1,322 | 21,066   | SE6A                     | 18,029 | 23,835 | 1,322 | 20,932   |
| SE5A                    | 20,946 | 23,265 | 1,111 | 22,106   | SE5A                     | 20,848 | 23,104 | 1,108 | 21,976   |
| 2A                      | 20,535 | 21,416 | 1,043 | 20,976   | IE1A                     | 20,422 | 21,250 | 1,041 | 20,836   |
| IE2A                    | 20,054 | 22,466 | 1,120 | 21,260   | IE2A                     | 19,965 | 22,318 | 1,118 | 21,142   |
| IE4A                    | 19,734 | 25,720 | 1,303 | 22,727   | IE4A                     | 19,631 | 25,565 | 1,302 | 22,598   |
| IE6A                    | 19,370 | 23,979 | 1,238 | 21,675   | IE6A                     | 19,317 | 23,847 | 1,235 | 21,582   |
| IE5A                    | 19,216 | 24,875 | 1,294 | 22,046   | IE5A                     | 19,120 | 24,740 | 1,294 | 21,930   |
| ID1A                    | 22,211 | 24,652 | 1,110 | 23,432   | ID1A                     | 22,086 | 24,511 | 1,110 | 23,299   |
| ID2A                    | 19,768 | 22,654 | 1,146 | 21,211   | ID2A                     | 19,676 | 22,520 | 1,145 | 21,098   |
| ID4A                    | 20,317 | 22,013 | 1,083 | 21,165   | ID4A                     | 20,188 | 21,890 | 1,084 | 21,039   |
| ID6A                    | 20,219 | 23,818 | 1,178 | 22,019   | ID6A                     | 20,127 | 23,692 | 1,177 | 21,910   |
| ID5A                    | 20,177 | 25,077 | 1,243 | 22,627   | ID5A                     | 20,074 | 24,941 | 1,242 | 22,508   |
| SD1A                    | 22,747 | 22,861 | 1,005 | 22,804   | SD1A                     | 22,637 | 22,695 | 1,003 | 22,666   |
| SD2A                    | 18,811 | 24,136 | 1,283 | 21,474   | SD2A                     | 18,707 | 23,999 | 1,283 | 21,353   |
| SD4A                    | 22,949 | 22,969 | 1,001 | 22,959   | SD4A                     | 22,867 | 22,829 | 1,002 | 22,848   |
| SD6A                    | 18,753 | 23,049 | 1,229 | 20,901   | SD6A                     | 18,653 | 22,906 | 1,228 | 20,780   |
| SD5A                    | 19,705 | 24,319 | 1,234 | 22,012   | SD5A                     | 19,585 | 24,182 | 1,235 | 21,884   |
| D06                     |        |        |       | 21,337   | E06                      |        |        |       | 22,020   |
| SE1A                    | 20,679 | 23,952 | 1,158 | 22,316   | SE1A                     | 22,346 | 25,109 | 1,124 | 23,728   |
| SE2A                    | 18,357 | 24,620 | 1,341 | 21,489   | SE2A                     | 16,809 | 24,767 | 1,473 | 20,788   |
| SE4A                    | 21,815 | 20,568 | 1,061 | 21,192   | SE4A                     | 19,310 | 25,268 | 1,309 | 22,289   |
| SE6A                    | 18,544 | 24,129 | 1,301 | 21,337   | SE6A                     | 17,969 | 25,961 | 1,445 | 21,965   |
| SE5A                    | 22,293 | 22,489 | 1,009 | 22,391   | SE5A                     | 19,615 | 24,436 | 1,246 | 22,026   |
| IE1A                    | 21,151 | 22,795 | 1,078 | 21,973   | IE1A                     | 21,268 | 24,943 | 1,173 | 23,106   |
| IE2A                    | 19,153 | 22,017 | 1,150 | 20,585   | IE2A                     | 18,320 | 23,586 | 1,287 | 20,953   |
| IE4A                    | 20,238 | 23,980 | 1,185 | 22,109   | IE4A                     | 21,626 | 24,233 | 1,121 | 22,930   |

| POLY COLUMNA DA DIREITA |        |        |       |        |          | POLY COLUMNA DA ESQUERDA |        |        |       |        |          |
|-------------------------|--------|--------|-------|--------|----------|--------------------------|--------|--------|-------|--------|----------|
|                         | R1     | R2     | R1/R2 | RS     | IAVG/DIE |                          | R1     | R2     | R1/R2 | RS     | IAVG/DIE |
| IE6A                    | 18,593 | 24,116 | 1,297 | 21,355 |          | IE6A                     | 19,469 | 22,748 | 1,168 | 21,109 |          |
| IE5A                    | 20,676 | 20,029 | 1,032 | 20,353 |          | IE5A                     | 18,623 | 24,804 | 1,332 | 21,714 |          |
| ID1A                    | 20,492 | 21,623 | 1,055 | 21,058 |          | ID1A                     | 21,181 | 22,767 | 1,075 | 21,974 |          |
| ID2A                    | 19,998 | 22,536 | 1,127 | 21,267 |          | ID2A                     | 18,829 | 23,301 | 1,238 | 21,065 |          |
| ID4A                    | 19,435 | 23,332 | 1,201 | 21,384 |          | ID4A                     | 20,020 | 25,509 | 1,274 | 22,765 |          |
| ID6A                    | 19,474 | 23,148 | 1,189 | 21,311 |          | ID6A                     | 20,114 | 23,529 | 1,170 | 21,822 |          |
| ID5A                    | 21,287 | 24,037 | 1,129 | 22,662 |          | ID5A                     | 19,825 | 24,484 | 1,235 | 22,155 |          |
| SD1A                    | 19,679 | 22,209 | 1,129 | 20,944 |          | SD1A                     | 21,206 | 23,191 | 1,094 | 22,199 |          |
| SD2A                    | 17,925 | 22,937 | 1,280 | 20,431 |          | SD2A                     | 19,655 | 22,803 | 1,160 | 21,229 |          |
| SD4A                    | 20,096 | 22,174 | 1,103 | 21,135 |          | SD4A                     | 22,079 | 21,720 | 1,017 | 21,900 |          |
| SD6A                    | 18,776 | 22,893 | 1,219 | 20,835 |          | SD6A                     | 19,259 | 24,560 | 1,275 | 21,910 |          |
| SD5A                    | 20,600 | 20,650 | 1,002 | 20,625 |          | SD5A                     | 20,778 | 24,764 | 1,192 | 22,771 |          |
| D07                     |        |        |       |        | 21,680   | E07                      |        |        |       |        | 21,967   |
| SE1A                    | 22,514 | 23,828 | 1,058 | 23,171 |          | SE1A                     | 20,821 | 24,362 | 1,170 | 22,592 |          |
| 2A                      | 19,023 | 23,854 | 1,254 | 21,439 |          | SE2A                     | 20,290 | 22,679 | 1,118 | 21,485 |          |
| SE4A                    | 20,556 | 23,760 | 1,156 | 22,158 |          | SE4A                     | 19,331 | 24,141 | 1,249 | 21,736 |          |
| SE6A                    | 18,468 | 23,139 | 1,253 | 20,804 |          | SE6A                     | 19,301 | 23,549 | 1,220 | 21,425 |          |
| SE5A                    | 19,257 | 23,919 | 1,242 | 21,588 |          | SE5A                     | 18,766 | 26,693 | 1,422 | 22,730 |          |
| IE1A                    | 21,343 | 22,718 | 1,064 | 22,031 |          | IE1A                     | 20,936 | 23,088 | 1,103 | 22,012 |          |
| IE2A                    | 18,724 | 23,941 | 1,279 | 21,333 |          | IE2A                     | 18,612 | 24,059 | 1,293 | 21,336 |          |
| IE4A                    | 19,335 | 25,996 | 1,345 | 22,666 |          | IE4A                     | 21,126 | 25,122 | 1,189 | 23,124 |          |
| IE6A                    | 19,330 | 24,498 | 1,267 | 21,914 |          | IE6A                     | 18,976 | 23,916 | 1,260 | 21,446 |          |
| IE5A                    | 19,836 | 22,326 | 1,126 | 21,081 |          | IE5A                     | 22,933 | 23,751 | 1,036 | 23,342 |          |
| ID1A                    | 19,884 | 22,652 | 1,139 | 21,268 |          | ID1A                     | 19,228 | 24,226 | 1,260 | 21,727 |          |
| ID2A                    | 18,425 | 23,921 | 1,298 | 21,173 |          | ID2A                     | 18,950 | 23,372 | 1,233 | 21,161 |          |
| ID4A                    | 19,634 | 24,784 | 1,262 | 22,209 |          | ID4A                     | 19,472 | 23,045 | 1,183 | 21,259 |          |
| ID6A                    | 18,919 | 22,678 | 1,199 | 20,799 |          | ID6A                     | 19,344 | 22,820 | 1,180 | 21,082 |          |
| ID5A                    | 22,048 | 21,956 | 1,004 | 22,002 |          | ID5A                     | 19,989 | 24,360 | 1,219 | 22,175 |          |
| SD1A                    | 19,461 | 22,096 | 1,135 | 20,779 |          | SD1A                     | 21,114 | 23,677 | 1,121 | 22,394 |          |
| SD2A                    | 18,813 | 24,719 | 1,314 | 21,766 |          | SD2A                     | 19,232 | 23,471 | 1,220 | 21,352 |          |
| SD4A                    | 20,621 | 22,832 | 1,107 | 21,727 |          | SD4A                     | 21,083 | 24,926 | 1,182 | 23,005 |          |
| SD6A                    | 18,200 | 24,348 | 1,338 | 21,274 |          | SD6A                     | 19,291 | 23,931 | 1,241 | 21,611 |          |
| SD5A                    | 17,985 | 26,859 | 1,493 | 22,422 |          | SD5A                     | 21,484 | 23,221 | 1,081 | 22,353 |          |
| D08                     |        |        |       |        | 21,942   | E08                      |        |        |       |        | 22,247   |
| SE1A                    | 22,135 | 23,014 | 1,040 | 22,575 |          | SE1A                     | 21,162 | 26,039 | 1,230 | 23,601 |          |
| SE2A                    | 19,785 | 24,594 | 1,243 | 22,190 |          | SE2A                     | 18,939 | 24,276 | 1,282 | 21,608 |          |
| SE4A                    | 20,345 | 22,829 | 1,122 | 21,587 |          | SE4A                     | 18,473 | 25,560 | 1,384 | 22,017 |          |
| SE6A                    | 20,229 | 24,030 | 1,188 | 22,130 |          | SE6A                     | 19,514 | 23,732 | 1,216 | 21,623 |          |
| SE5A                    | 21,166 | 23,236 | 1,098 | 22,201 |          | SE5A                     | 19,297 | 25,696 | 1,332 | 22,497 |          |
| IE1A                    | 18,712 | 24,671 | 1,318 | 21,692 |          | IE1A                     | 19,376 | 25,604 | 1,321 | 22,490 |          |
| IE2A                    | 18,889 | 23,003 | 1,218 | 20,946 |          | IE2A                     | 18,996 | 24,821 | 1,307 | 21,909 |          |
| IE4A                    | 19,698 | 24,696 | 1,254 | 22,197 |          | IE4A                     | 21,058 | 24,228 | 1,151 | 22,643 |          |
| IE6A                    | 19,433 | 22,806 | 1,174 | 21,120 |          | IE6A                     | 19,179 | 24,910 | 1,299 | 22,045 |          |
| IE5A                    | 20,246 | 24,388 | 1,204 | 22,318 |          | IE5A                     | 20,070 | 26,323 | 1,312 | 23,197 |          |
| ID1A                    | 24,829 | 21,328 | 1,164 | 23,079 |          | ID1A                     | 19,398 | 24,285 | 1,252 | 21,842 |          |
| ID2A                    | 18,367 | 24,535 | 1,336 | 21,451 |          | ID2A                     | 18,941 | 24,546 | 1,296 | 21,744 |          |
| ID4A                    | 18,887 | 21,848 | 1,157 | 20,368 |          | ID4A                     | 20,857 | 24,822 | 1,190 | 22,840 |          |
| ID6A                    | 18,594 | 23,095 | 1,242 | 20,845 |          | ID6A                     | 19,735 | 23,496 | 1,191 | 21,616 |          |
| ID5A                    | 18,809 | 25,378 | 1,349 | 22,094 |          | ID5A                     | 18,180 | 23,831 | 1,311 | 21,006 |          |
| SD1A                    | 19,777 | 26,430 | 1,336 | 23,104 |          | SD1A                     | 22,133 | 24,841 | 1,122 | 23,487 |          |
| SD2A                    | 19,870 | 23,706 | 1,193 | 21,788 |          | SD2A                     | 18,699 | 23,494 | 1,256 | 21,097 |          |
| SD4A                    | 21,678 | 23,316 | 1,076 | 22,497 |          | SD4A                     | 23,833 | 22,221 | 1,073 | 23,027 |          |
| SD6A                    | 19,830 | 23,986 | 1,210 | 21,908 |          | SD6A                     | 19,249 | 24,823 | 1,290 | 22,036 |          |
| SD5A                    | 22,339 | 23,183 | 1,038 | 22,761 |          | SD5A                     | 21,187 | 24,064 | 1,136 | 22,626 |          |
| D09                     |        |        |       |        | 22,298   | E09                      |        |        |       |        | 22,385   |
| SE1A                    | 22,064 | 23,732 | 1,076 | 22,898 |          | SE1A                     | 21,369 | 25,806 | 1,208 | 23,588 |          |
| SE2A                    | 18,846 | 24,223 | 1,285 | 21,535 |          | SE2A                     | 19,799 | 24,202 | 1,222 | 22,001 |          |

|      | POLY COLUNA DA DIREITA |        |       |        |         |       | POLY COLUNA DA ESQUERDA |        |       |        |         |
|------|------------------------|--------|-------|--------|---------|-------|-------------------------|--------|-------|--------|---------|
|      | R1                     | R2     | R1/R2 | RS     | AVG/DIE |       | R1                      | R2     | R1/R2 | RS     | AVG/DIE |
| SE4A | 21,544                 | 23,935 | 1,111 | 22,740 |         | ISE4A | 20,052                  | 22,882 | 1,141 | 21,467 |         |
| SE6A | 19,679                 | 24,459 | 1,243 | 22,069 |         | ISE6A | 19,309                  | 25,331 | 1,312 | 22,320 |         |
| SE5A | 21,226                 | 24,578 | 1,158 | 22,902 |         | ISE5A | 22,079                  | 24,790 | 1,123 | 23,435 |         |
| IE1A | 22,663                 | 23,317 | 1,029 | 22,990 |         | IEE1A | 23,046                  | 23,206 | 1,007 | 23,126 |         |
| IE2A | 19,056                 | 24,576 | 1,290 | 21,816 |         | IEE2A | 18,802                  | 23,172 | 1,232 | 20,987 |         |
| IE4A | 20,128                 | 24,329 | 1,209 | 22,229 |         | IEE4A | 22,385                  | 23,599 | 1,054 | 22,992 |         |
| IE6A | 19,688                 | 24,094 | 1,224 | 21,891 |         | IEE6A | 21,255                  | 23,696 | 1,115 | 22,476 |         |
| IE5A | 21,824                 | 23,969 | 1,098 | 22,897 |         | IEE5A | 20,676                  | 25,703 | 1,243 | 23,190 |         |
| ID1A | 22,790                 | 23,034 | 1,011 | 22,912 |         | IDE1A | 20,673                  | 23,607 | 1,142 | 22,140 |         |
| ID2A | 19,385                 | 24,776 | 1,278 | 22,081 |         | IDE2A | 19,137                  | 24,902 | 1,301 | 22,020 |         |
| ID4A | 19,825                 | 24,990 | 1,261 | 22,408 |         | IDE4A | 19,741                  | 21,159 | 1,072 | 20,450 |         |
| ID6A | 19,480                 | 23,774 | 1,220 | 21,627 |         | IDE6A | 18,977                  | 23,683 | 1,248 | 21,330 |         |
| ID5A | 19,828                 | 25,243 | 1,273 | 22,536 |         | IDE5A | 20,724                  | 25,493 | 1,230 | 23,109 |         |
| SD1A | 21,536                 | 24,605 | 1,143 | 23,071 |         | ISD1A | 21,433                  | 25,478 | 1,189 | 23,456 |         |
| 3A   | 19,397                 | 22,234 | 1,146 | 20,816 |         | ISD2A | 20,236                  | 24,754 | 1,223 | 22,495 |         |
| SD4A | 21,950                 | 22,994 | 1,048 | 22,472 |         | ISD4A | 21,143                  | 23,107 | 1,093 | 22,125 |         |
| SD6A | 19,888                 | 23,601 | 1,187 | 21,745 |         | ISD6A | 18,440                  | 25,600 | 1,388 | 22,020 |         |
| SD5A | 19,989                 | 24,670 | 1,234 | 22,330 |         | ISD5A | 21,283                  | 24,659 | 1,159 | 22,971 |         |
| D10  |                        |        |       |        | 21,921  | E10   |                         |        |       |        | 22,439  |
| SE1A | 21,160                 | 25,559 | 1,208 | 23,360 |         | ISE1A | 20,223                  | 22,974 | 1,136 | 21,599 |         |
| SE2A | 19,371                 | 24,190 | 1,249 | 21,781 |         | ISE2A | 18,666                  | 25,095 | 1,344 | 21,881 |         |
| SE4A | 20,976                 | 24,270 | 1,157 | 22,623 |         | ISE4A | 22,020                  | 23,040 | 1,046 | 22,530 |         |
| SE6A | 20,688                 | 23,762 | 1,149 | 22,225 |         | ISE6A | 18,169                  | 25,868 | 1,424 | 22,019 |         |
| SE5A | 20,913                 | 23,080 | 1,104 | 21,997 |         | ISE5A | 22,121                  | 25,207 | 1,140 | 23,664 |         |
| IE1A | 21,272                 | 25,222 | 1,186 | 23,247 |         | IEE1A | 19,505                  | 25,194 | 1,292 | 22,350 |         |
| IE2A | 19,054                 | 24,137 | 1,267 | 21,596 |         | IEE2A | 20,475                  | 24,796 | 1,211 | 22,636 |         |
| IE4A | 19,925                 | 22,945 | 1,152 | 21,435 |         | IEE4A | 23,145                  | 22,859 | 1,013 | 23,002 |         |
| IE6A | 19,671                 | 23,944 | 1,217 | 21,808 |         | IEE6A | 18,335                  | 24,297 | 1,325 | 21,316 |         |
| IE5A | 20,969                 | 23,987 | 1,144 | 22,478 |         | IEE5A | 20,968                  | 24,516 | 1,169 | 22,742 |         |
| ID1A | 21,611                 | 19,726 | 1,096 | 20,669 |         | IDE1A | 20,859                  | 26,613 | 1,276 | 23,736 |         |
| ID2A | 19,733                 | 23,790 | 1,206 | 21,762 |         | IDE2A | 19,551                  | 24,015 | 1,228 | 21,783 |         |
| ID4A | 19,952                 | 24,570 | 1,231 | 22,261 |         | IDE4A | 20,161                  | 26,935 | 1,336 | 23,548 |         |
| ID6A | 19,415                 | 23,443 | 1,207 | 21,429 |         | IDE6A | 20,589                  | 23,615 | 1,147 | 22,102 |         |
| ISA  | 19,398                 | 20,369 | 1,050 | 19,884 |         | IDE5A | 20,244                  | 23,744 | 1,173 | 21,994 |         |
| SD1A | 20,219                 | 22,891 | 1,132 | 21,555 |         | ISD1A | 21,231                  | 26,106 | 1,230 | 23,669 |         |
| SD2A | 19,650                 | 22,665 | 1,153 | 21,158 |         | ISD2A | 20,377                  | 24,696 | 1,212 | 22,537 |         |
| SD4A | 21,467                 | 23,508 | 1,095 | 22,488 |         | ISD4A | 20,860                  | 22,645 | 1,086 | 21,753 |         |
| SD6A | 20,604                 | 23,165 | 1,124 | 21,885 |         | ISD6A | 19,295                  | 24,427 | 1,266 | 21,861 |         |
| SD5A | 21,811                 | 23,754 | 1,089 | 22,783 |         | ISD5A | 20,287                  | 23,842 | 1,175 | 22,065 |         |
| D11  |                        |        |       |        | 22,092  | E11   |                         |        |       |        | 22,418  |
| SE1A | 20,227                 | 25,780 | 1,275 | 23,004 |         | ISE1A | 20,883                  | 25,120 | 1,203 | 23,002 |         |
| SE2A | 20,031                 | 24,083 | 1,202 | 22,057 |         | ISE2A | 20,086                  | 24,999 | 1,245 | 22,543 |         |
| SE4A | 20,188                 | 22,350 | 1,107 | 21,269 |         | ISE4A | 21,922                  | 23,467 | 1,070 | 22,695 |         |
| SE6A | 20,039                 | 23,958 | 1,196 | 21,999 |         | ISE6A | 19,412                  | 24,818 | 1,278 | 22,115 |         |
| SE5A | 21,872                 | 22,793 | 1,042 | 22,333 |         | ISE5A | 18,156                  | 27,527 | 1,516 | 22,842 |         |
| IE1A | 21,559                 | 25,548 | 1,185 | 23,554 |         | IEE1A | 22,152                  | 25,102 | 1,133 | 23,627 |         |
| IE2A | 17,752                 | 22,423 | 1,263 | 20,088 |         | IEE2A | 18,730                  | 26,105 | 1,394 | 22,418 |         |
| IE4A | 21,088                 | 21,405 | 1,015 | 21,247 |         | IEE4A | 18,800                  | 23,552 | 1,253 | 21,176 |         |
| IE6A | 20,506                 | 24,348 | 1,187 | 22,427 |         | IEE6A | 20,073                  | 24,556 | 1,223 | 22,315 |         |
| IE5A | 21,092                 | 24,038 | 1,140 | 22,565 |         | IEE5A | 23,495                  | 22,862 | 1,028 | 23,179 |         |
| ID1A | 21,546                 | 25,171 | 1,168 | 23,359 |         | IDE1A | 22,657                  | 22,301 | 1,016 | 22,479 |         |
| ID2A | 20,462                 | 22,832 | 1,116 | 21,647 |         | IDE2A | 19,691                  | 24,623 | 1,250 | 22,157 |         |
| ID4A | 18,692                 | 23,993 | 1,284 | 21,343 |         | IDE4A | 22,039                  | 23,639 | 1,073 | 22,839 |         |
| ID6A | 20,150                 | 23,195 | 1,151 | 21,673 |         | IDE6A | 19,726                  | 24,184 | 1,226 | 21,955 |         |
| ID5A | 18,709                 | 25,089 | 1,341 | 21,899 |         | IDE5A | 18,494                  | 24,251 | 1,311 | 21,373 |         |
| SD1A | 20,616                 | 23,534 | 1,142 | 22,075 |         | ISD1A | 21,602                  | 25,701 | 1,190 | 23,652 |         |
| SD2A | 18,299                 | 24,816 | 1,356 | 21,558 |         | ISD2A | 18,194                  | 24,311 | 1,336 | 21,253 |         |

| POLY COLUNA DA DIREITA |        |        |       |        |          | POLY COLUNA DA ESQUERDA |        |        |       |        |          |
|------------------------|--------|--------|-------|--------|----------|-------------------------|--------|--------|-------|--------|----------|
|                        | R1     | R2     | R1/R2 | RS     | IAVG/DIE |                         | R1     | R2     | R1/R2 | RS     | IAVG/DIE |
| SD4A                   | 20,708 | 25,500 | 1,231 | 23,104 |          | ISD4A                   | 21,210 | 25,065 | 1,182 | 23,138 |          |
| SD6A                   | 18,046 | 24,398 | 1,352 | 21,222 |          | ISD6A                   | 19,986 | 23,122 | 1,157 | 21,554 |          |
| SD5A                   | 21,767 | 25,073 | 1,152 | 23,420 |          | ISD5A                   | 21,261 | 22,839 | 1,074 | 22,050 |          |
| D12                    |        |        |       |        | 21,993   | E12                     |        |        |       |        | 22,403   |
| SE1A                   | 22,150 | 22,904 | 1,034 | 22,527 |          | ISE1A                   | 20,897 | 26,074 | 1,248 | 23,486 |          |
| SE2A                   | 19,835 | 23,357 | 1,178 | 21,596 |          | ISE2A                   | 19,042 | 23,646 | 1,242 | 21,344 |          |
| SE4A                   | 20,762 | 23,038 | 1,110 | 21,900 |          | ISE4A                   | 23,579 | 23,613 | 1,001 | 23,596 |          |
| SE6A                   | 19,315 | 23,850 | 1,235 | 21,583 |          | ISE6A                   | 19,030 | 24,310 | 1,277 | 21,670 |          |
| SE5A                   | 19,898 | 23,494 | 1,181 | 21,696 |          | ISE5A                   | 21,208 | 23,360 | 1,101 | 22,284 |          |
| IE1A                   | 21,590 | 22,895 | 1,060 | 22,243 |          | IE1A                    | 24,575 | 24,343 | 1,010 | 24,459 |          |
| IE2A                   | 19,019 | 23,224 | 1,221 | 21,122 |          | IE2A                    | 20,391 | 24,472 | 1,200 | 22,432 |          |
| IE4A                   | 21,456 | 23,908 | 1,114 | 22,682 |          | IE4A                    | 23,197 | 22,402 | 1,035 | 22,800 |          |
| IE6A                   | 19,831 | 23,954 | 1,208 | 21,893 |          | IE6A                    | 20,467 | 24,390 | 1,192 | 22,429 |          |
| IE5A                   | 19,524 | 24,239 | 1,241 | 21,882 |          | IE5A                    | 22,579 | 22,032 | 1,021 | 21,806 |          |
| 1A                     | 21,153 | 24,557 | 1,161 | 22,855 |          | ID1A                    | 22,365 | 24,261 | 1,085 | 23,313 |          |
| ID2A                   | 20,549 | 23,015 | 1,119 | 21,792 |          | ID2A                    | 19,908 | 23,894 | 1,200 | 21,901 |          |
| ID4A                   | 21,520 | 23,003 | 1,069 | 22,262 |          | ID4A                    | 20,277 | 23,001 | 1,134 | 21,639 |          |
| ID6A                   | 20,024 | 23,064 | 1,152 | 21,544 |          | ID6A                    | 19,097 | 25,095 | 1,314 | 22,096 |          |
| ID5A                   | 20,805 | 21,852 | 1,050 | 21,329 |          | ID5A                    | 22,907 | 22,603 | 1,013 | 22,755 |          |
| SD1A                   | 23,395 | 22,486 | 1,040 | 22,941 |          | ISD1A                   | 19,984 | 27,858 | 1,394 | 23,921 |          |
| SD2A                   | 19,583 | 23,691 | 1,210 | 21,637 |          | ISD2A                   | 18,395 | 25,179 | 1,369 | 21,787 |          |
| SD4A                   | 21,819 | 23,016 | 1,055 | 22,418 |          | ISD4A                   | 20,036 | 20,916 | 1,044 | 20,476 |          |
| SD6A                   | 19,230 | 23,394 | 1,217 | 21,312 |          | ISD6A                   | 18,705 | 24,354 | 1,302 | 21,530 |          |
| SD5A                   | 19,372 | 25,932 | 1,339 | 22,652 |          | ISD5A                   | 23,085 | 21,605 | 1,069 | 22,345 |          |
| D13                    |        |        |       |        | 21,857   | E13                     |        |        |       |        | 22,324   |
| SE1A                   | 22,517 | 23,940 | 1,063 | 23,229 |          | ISE1A                   | 21,276 | 23,896 | 1,123 | 22,586 |          |
| SE2A                   | 19,750 | 23,206 | 1,175 | 21,478 |          | ISE2A                   | 19,486 | 24,516 | 1,258 | 22,001 |          |
| SE4A                   | 21,865 | 22,321 | 1,021 | 22,093 |          | ISE4A                   | 19,218 | 23,751 | 1,236 | 21,485 |          |
| SE6A                   | 19,923 | 23,187 | 1,164 | 21,555 |          | ISE6A                   | 17,691 | 24,656 | 1,394 | 21,174 |          |
| SE5A                   | 23,489 | 20,781 | 1,130 | 22,135 |          | ISE5A                   | 19,791 | 25,509 | 1,289 | 22,650 |          |
| IE1A                   | 18,112 | 22,420 | 1,238 | 20,266 |          | IE1A                    | 19,849 | 25,581 | 1,289 | 22,715 |          |
| IE2A                   | 18,288 | 26,077 | 1,426 | 22,183 |          | IE2A                    | 19,955 | 24,417 | 1,224 | 22,186 |          |
| IE4A                   | 20,715 | 23,450 | 1,132 | 22,083 |          | IE4A                    | 24,131 | 22,912 | 1,053 | 23,522 |          |
| 6A                     | 18,644 | 26,108 | 1,400 | 22,376 |          | IE6A                    | 20,924 | 22,984 | 1,098 | 21,954 |          |
| IE5A                   | 19,633 | 26,331 | 1,341 | 22,982 |          | IE5A                    | 21,793 | 25,037 | 1,149 | 23,415 |          |
| ID1A                   | 20,787 | 23,319 | 1,122 | 22,053 |          | ID1A                    | 21,170 | 22,802 | 1,077 | 21,986 |          |
| ID2A                   | 19,644 | 23,733 | 1,208 | 21,689 |          | ID2A                    | 19,338 | 24,789 | 1,282 | 22,064 |          |
| ID4A                   | 21,959 | 23,539 | 1,072 | 22,749 |          | ID4A                    | 21,093 | 25,682 | 1,218 | 23,388 |          |
| ID6A                   | 19,419 | 24,082 | 1,240 | 21,751 |          | ID6A                    | 21,248 | 22,945 | 1,080 | 22,097 |          |
| ID5A                   | 18,696 | 23,062 | 1,234 | 20,879 |          | ID5A                    | 19,655 | 23,374 | 1,189 | 21,515 |          |
| SD1A                   | 20,025 | 25,458 | 1,271 | 22,742 |          | ISD1A                   | 22,946 | 22,317 | 1,028 | 22,632 |          |
| SD2A                   | 19,976 | 23,767 | 1,190 | 21,872 |          | ISD2A                   | 19,684 | 24,268 | 1,233 | 21,976 |          |
| SD4A                   | 20,288 | 22,416 | 1,105 | 21,352 |          | ISD4A                   | 22,631 | 24,239 | 1,071 | 23,435 |          |
| SD6A                   | 18,198 | 23,735 | 1,304 | 20,967 |          | ISD6A                   | 19,737 | 23,814 | 1,207 | 21,776 |          |
| SD5A                   | 19,304 | 22,132 | 1,146 | 20,718 |          | ISD5A                   | 20,234 | 23,631 | 1,168 | 21,933 |          |
| D14                    |        |        |       |        | 21,992   | E14                     |        |        |       |        | 22,153   |
| SE1A                   | 19,790 | 24,587 | 1,242 | 22,189 |          | ISE1A                   | 20,409 | 25,171 | 1,233 | 22,790 |          |
| SE2A                   | 20,026 | 23,093 | 1,153 | 21,560 |          | ISE2A                   | 19,118 | 25,650 | 1,342 | 22,384 |          |
| SE4A                   | 21,804 | 21,020 | 1,037 | 21,412 |          | ISE4A                   | 21,344 | 22,065 | 1,034 | 21,705 |          |
| SE6A                   | 18,317 | 22,940 | 1,252 | 20,629 |          | ISE6A                   | 18,444 | 25,076 | 1,360 | 21,760 |          |
| SE5A                   | 21,400 | 22,400 | 1,047 | 21,900 |          | ISE5A                   | 20,127 | 25,649 | 1,274 | 22,888 |          |
| IE1A                   | 20,249 | 24,030 | 1,187 | 22,140 |          | IE1A                    | 21,664 | 23,390 | 1,080 | 22,527 |          |
| IE2A                   | 18,966 | 25,195 | 1,328 | 22,081 |          | IE2A                    | 19,230 | 23,883 | 1,242 | 21,557 |          |
| IE4A                   | 20,103 | 22,292 | 1,109 | 21,198 |          | IE4A                    | 22,662 | 25,259 | 1,115 | 23,961 |          |
| IE6A                   | 18,298 | 25,099 | 1,372 | 21,699 |          | IE6A                    | 20,494 | 23,226 | 1,133 | 21,860 |          |
| IE5A                   | 19,812 | 23,870 | 1,205 | 21,841 |          | IE5A                    | 21,533 | 23,629 | 1,097 | 22,581 |          |
| ID1A                   | 23,161 | 24,586 | 1,062 | 23,874 |          | ID1A                    | 18,363 | 23,640 | 1,287 | 21,002 |          |

| POLY COLUMNA DA DIREITA |        |        |       |        |         | POLY COLUMNA DA ESQUERDA |        |        |       |        |         |
|-------------------------|--------|--------|-------|--------|---------|--------------------------|--------|--------|-------|--------|---------|
|                         | R1     | R2     | R1/R2 | RS     | AVG/DIE |                          | R1     | R2     | R1/R2 | RS     | AVG/DIE |
| ID2A                    | 19,478 | 22,541 | 1,157 | 21,010 |         | ID2A                     | 20,664 | 22,948 | 1,111 | 21,806 |         |
| ID4A                    | 20,953 | 23,585 | 1,126 | 22,269 |         | ID4A                     | 18,815 | 23,528 | 1,250 | 21,172 |         |
| ID6A                    | 19,882 | 22,656 | 1,140 | 21,269 |         | ID6A                     | 19,776 | 24,019 | 1,215 | 21,898 |         |
| ID5A                    | 22,578 | 22,525 | 1,002 | 22,552 |         | ID5A                     | 22,465 | 23,156 | 1,031 | 22,811 |         |
| SD1A                    | 21,232 | 24,516 | 1,155 | 22,874 |         | SD1A                     | 21,367 | 22,659 | 1,060 | 22,013 |         |
| SD2A                    | 20,207 | 23,512 | 1,164 | 21,860 |         | SD2A                     | 20,613 | 21,703 | 1,053 | 21,158 |         |
| SD4A                    | 22,769 | 23,016 | 1,011 | 22,893 |         | SD4A                     | 22,043 | 23,939 | 1,086 | 22,991 |         |
| SD6A                    | 19,940 | 23,394 | 1,173 | 21,667 |         | SD6A                     | 20,367 | 22,944 | 1,127 | 21,656 |         |
| SD5A                    | 19,213 | 26,649 | 1,387 | 22,931 |         | SD5A                     | 21,230 | 23,852 | 1,124 | 22,541 |         |
| D15                     |        |        |       |        | 22,077  | E15                      |        |        |       |        | 22,459  |
| SE1A                    | 19,439 | 24,973 | 1,285 | 22,206 |         | SE1A                     | 20,830 | 22,324 | 1,072 | 21,577 |         |
| SE2A                    | 18,189 | 23,367 | 1,285 | 20,778 |         | SE2A                     | 20,314 | 25,663 | 1,263 | 22,989 |         |
| SE4A                    | 19,021 | 24,569 | 1,292 | 21,795 |         | SE4A                     | 19,817 | 25,797 | 1,302 | 22,807 |         |
| SE6A                    | 19,010 | 24,764 | 1,303 | 21,887 |         | SE6A                     | 17,846 | 26,559 | 1,488 | 22,203 |         |
| SA                      | 21,283 | 23,986 | 1,127 | 22,635 |         | SE5A                     | 19,794 | 25,019 | 1,264 | 22,407 |         |
| IE1A                    | 22,813 | 22,434 | 1,017 | 22,624 |         | IE1A                     | 21,174 | 24,952 | 1,178 | 23,063 |         |
| IE2A                    | 19,600 | 23,729 | 1,211 | 21,665 |         | IE2A                     | 19,858 | 24,656 | 1,242 | 22,257 |         |
| IE4A                    | 20,127 | 23,710 | 1,178 | 21,919 |         | IE4A                     | 19,923 | 25,079 | 1,259 | 22,501 |         |
| IE6A                    | 21,791 | 22,173 | 1,018 | 21,982 |         | IE6A                     | 20,433 | 24,960 | 1,222 | 22,697 |         |
| IE5A                    | 19,976 | 22,646 | 1,134 | 21,311 |         | IE5A                     | 20,382 | 25,876 | 1,270 | 23,129 |         |
| ID1A                    | 21,745 | 24,639 | 1,133 | 23,192 |         | ID1A                     | 21,880 | 21,942 | 1,003 | 21,911 |         |
| ID2A                    | 19,310 | 23,482 | 1,216 | 21,396 |         | ID2A                     | 18,711 | 22,484 | 1,202 | 20,598 |         |
| ID4A                    | 22,139 | 22,249 | 1,005 | 22,194 |         | ID4A                     | 22,190 | 23,654 | 1,066 | 22,922 |         |
| ID6A                    | 18,679 | 25,333 | 1,356 | 22,006 |         | ID6A                     | 20,116 | 24,252 | 1,206 | 22,184 |         |
| ID5A                    | 20,299 | 26,604 | 1,311 | 23,452 |         | ID5A                     | 20,556 | 23,165 | 1,127 | 21,861 |         |
| SD1A                    | 20,788 | 23,065 | 1,110 | 21,927 |         | SD1A                     | 22,223 | 24,571 | 1,106 | 23,397 |         |
| SD2A                    | 19,892 | 24,440 | 1,229 | 22,166 |         | SD2A                     | 19,265 | 24,982 | 1,297 | 22,124 |         |
| SD4A                    | 21,482 | 20,070 | 1,070 | 20,776 |         | SD4A                     | 21,096 | 24,933 | 1,182 | 23,015 |         |
| SD6A                    | 20,203 | 25,616 | 1,268 | 22,910 |         | SD6A                     | 19,308 | 25,261 | 1,308 | 22,285 |         |
| SD5A                    | 21,009 | 24,433 | 1,163 | 22,721 |         | SD5A                     | 22,532 | 23,976 | 1,064 | 23,254 |         |
| D16                     |        |        |       |        | 22,531  | E16                      |        |        |       |        | 22,352  |
| SE1A                    | 22,249 | 23,093 | 1,038 | 22,671 |         | SE1A                     | 22,384 | 24,168 | 1,080 | 23,276 |         |
| SE2A                    | 20,656 | 24,425 | 1,182 | 22,541 |         | SE2A                     | 20,345 | 23,569 | 1,158 | 21,957 |         |
| SA                      | 21,423 | 24,004 | 1,120 | 22,714 |         | SE4A                     | 20,650 | 24,846 | 1,203 | 22,748 |         |
| SE6A                    | 20,051 | 24,072 | 1,201 | 22,062 |         | SE6A                     | 19,696 | 25,378 | 1,288 | 22,537 |         |
| SE5A                    | 21,349 | 23,037 | 1,079 | 22,193 |         | SE5A                     | 20,661 | 24,892 | 1,205 | 22,777 |         |
| IE1A                    | 21,310 | 25,016 | 1,174 | 23,163 |         | IE1A                     | 21,070 | 24,171 | 1,147 | 22,621 |         |
| IE2A                    | 19,470 | 25,024 | 1,285 | 22,247 |         | IE2A                     | 19,923 | 24,217 | 1,216 | 22,070 |         |
| IE4A                    | 20,156 | 24,828 | 1,232 | 22,492 |         | IE4A                     | 19,854 | 23,663 | 1,192 | 21,759 |         |
| IE6A                    | 19,430 | 24,936 | 1,283 | 22,183 |         | IE6A                     | 19,169 | 24,225 | 1,264 | 21,697 |         |
| IE5A                    | 20,638 | 25,331 | 1,227 | 22,985 |         | IE5A                     | 19,785 | 22,552 | 1,140 | 21,169 |         |
| ID1A                    | 21,289 | 26,162 | 1,229 | 23,726 |         | ID1A                     | 21,544 | 26,255 | 1,219 | 23,900 |         |
| ID2A                    | 19,616 | 24,276 | 1,238 | 21,946 |         | ID2A                     | 20,942 | 24,751 | 1,182 | 22,847 |         |
| ID4A                    | 21,304 | 22,633 | 1,062 | 21,969 |         | ID4A                     | 20,325 | 23,693 | 1,166 | 22,009 |         |
| ID6A                    | 19,274 | 23,964 | 1,243 | 21,619 |         | ID6A                     | 18,215 | 23,482 | 1,289 | 20,849 |         |
| ID5A                    | 20,827 | 23,471 | 1,127 | 22,149 |         | ID5A                     | 20,280 | 24,820 | 1,224 | 22,550 |         |
| SD1A                    | 23,500 | 23,931 | 1,018 | 23,716 |         | SD1A                     | 21,973 | 24,393 | 1,110 | 23,183 |         |
| SD2A                    | 19,524 | 24,244 | 1,242 | 21,884 |         | SD2A                     | 20,193 | 24,108 | 1,194 | 22,151 |         |
| SD4A                    | 23,130 | 23,773 | 1,028 | 23,452 |         | SD4A                     | 21,694 | 23,525 | 1,084 | 22,610 |         |
| SD6A                    | 19,808 | 23,875 | 1,205 | 21,842 |         | SD6A                     | 18,692 | 25,377 | 1,358 | 22,035 |         |
| SD5A                    | 20,240 | 25,891 | 1,279 | 23,066 |         | SD5A                     | 20,929 | 23,658 | 1,130 | 22,294 |         |
| D17                     |        |        |       |        | 22,055  | E17                      |        |        |       |        | 22,649  |
| IE1A                    | 22,212 | 23,283 | 1,048 | 22,748 |         | IE1A                     | 20,806 | 26,974 | 1,296 | 23,890 |         |
| SE2A                    | 18,780 | 24,258 | 1,292 | 21,519 |         | SE2A                     | 19,957 | 24,489 | 1,227 | 22,223 |         |
| SE4A                    | 20,896 | 23,461 | 1,123 | 22,179 |         | SE4A                     | 21,283 | 22,554 | 1,060 | 21,919 |         |
| SE6A                    | 19,699 | 24,646 | 1,251 | 22,173 |         | SE6A                     | 20,601 | 24,071 | 1,168 | 22,336 |         |
| SE5A                    | 21,833 | 24,158 | 1,106 | 22,996 |         | SE5A                     | 21,547 | 26,525 | 1,231 | 24,036 |         |

| POLY COLUNA DA DIREITA |        |        |       |         |     | POLY COLUNA DA ESQUERDA |        |        |       |         |  |
|------------------------|--------|--------|-------|---------|-----|-------------------------|--------|--------|-------|---------|--|
| R1                     | R2     | R1/R2  | R5    | AVG/DIE |     | R1                      | R2     | R1/R2  | R5    | AVG/DIE |  |
| IE1A                   | 20,170 | 22,561 | 1,119 | 21,366  |     | IE1A                    | 22,792 | 23,179 | 1,017 | 22,986  |  |
| IE2A                   | 19,439 | 23,276 | 1,197 | 21,358  |     | IE2A                    | 19,019 | 25,703 | 1,351 | 22,361  |  |
| IE4A                   | 18,592 | 26,381 | 1,419 | 22,487  |     | IE4A                    | 20,357 | 22,179 | 1,090 | 21,268  |  |
| IE6A                   | 20,699 | 23,508 | 1,136 | 22,104  |     | IE6A                    | 18,774 | 23,483 | 1,251 | 21,129  |  |
| IE5A                   | 21,736 | 19,846 | 1,095 | 20,791  |     | IE5A                    | 20,201 | 24,512 | 1,213 | 22,357  |  |
| ID1A                   | 22,406 | 25,991 | 1,160 | 24,199  |     | ID1A                    | 23,117 | 24,282 | 1,050 | 23,700  |  |
| ID2A                   | 19,309 | 23,120 | 1,197 | 21,215  |     | ID2A                    | 20,144 | 23,647 | 1,174 | 21,896  |  |
| ID4A                   | 20,378 | 22,178 | 1,088 | 21,278  |     | ID4A                    | 22,901 | 24,628 | 1,075 | 23,765  |  |
| ID6A                   | 19,222 | 23,959 | 1,246 | 21,591  |     | ID6A                    | 20,759 | 23,154 | 1,115 | 21,957  |  |
| ID5A                   | 19,313 | 22,864 | 1,184 | 21,090  |     | ID5A                    | 20,519 | 25,422 | 1,239 | 22,971  |  |
| SD1A                   | 22,145 | 25,321 | 1,143 | 23,733  |     | SD1A                    | 19,341 | 26,602 | 1,375 | 22,972  |  |
| SD2A                   | 17,946 | 23,872 | 1,330 | 20,909  |     | SD2A                    | 20,228 | 25,269 | 1,249 | 22,749  |  |
| SD4A                   | 22,532 | 24,093 | 1,069 | 23,313  |     | SD4A                    | 19,579 | 24,171 | 1,235 | 21,875  |  |
| SD6A                   | 19,529 | 23,434 | 1,200 | 21,482  |     | SD6A                    | 20,687 | 24,698 | 1,194 | 22,693  |  |
| 5A                     | 19,789 | 25,363 | 1,282 | 22,576  |     | SD5A                    | 22,423 | 25,390 | 1,132 | 23,907  |  |
| D18                    |        |        |       | 21,950  | E18 |                         |        |        |       | 22,393  |  |
| SE1A                   | 23,992 | 22,893 | 1,048 | 23,443  |     | SE1A                    | 21,911 | 22,585 | 1,031 | 22,248  |  |
| SE2A                   | 18,949 | 23,578 | 1,244 | 21,264  |     | SE2A                    | 19,678 | 24,774 | 1,259 | 22,226  |  |
| SE4A                   | 20,083 | 23,159 | 1,153 | 21,621  |     | SE4A                    | 21,909 | 23,000 | 1,050 | 22,455  |  |
| SE6A                   | 21,156 | 22,182 | 1,048 | 21,669  |     | SE6A                    | 18,613 | 25,866 | 1,390 | 22,240  |  |
| SE5A                   | 21,831 | 23,019 | 1,054 | 22,425  |     | SE5A                    | 21,130 | 24,964 | 1,181 | 23,047  |  |
| IE1A                   | 22,046 | 24,845 | 1,127 | 23,446  |     | IE1A                    | 21,172 | 25,320 | 1,196 | 23,246  |  |
| IE2A                   | 19,596 | 24,558 | 1,253 | 22,077  |     | IE2A                    | 19,880 | 24,618 | 1,238 | 22,249  |  |
| IE4A                   | 20,086 | 24,073 | 1,198 | 22,080  |     | IE4A                    | 20,331 | 23,613 | 1,161 | 21,972  |  |
| IE6A                   | 19,558 | 23,511 | 1,202 | 21,535  |     | IE6A                    | 21,200 | 23,961 | 1,130 | 22,581  |  |
| IE5A                   | 19,603 | 26,112 | 1,332 | 22,858  |     | IE5A                    | 21,906 | 24,694 | 1,127 | 23,300  |  |
| ID1A                   | 22,354 | 23,192 | 1,037 | 22,773  |     | ID1A                    | 20,472 | 25,487 | 1,245 | 22,980  |  |
| ID2A                   | 20,095 | 22,138 | 1,102 | 21,117  |     | ID2A                    | 19,268 | 24,850 | 1,290 | 22,059  |  |
| ID4A                   | 18,117 | 24,025 | 1,326 | 21,071  |     | ID4A                    | 20,114 | 23,207 | 1,154 | 21,661  |  |
| ID6A                   | 19,208 | 23,433 | 1,220 | 21,321  |     | ID6A                    | 20,152 | 24,744 | 1,228 | 22,448  |  |
| ID5A                   | 21,531 | 23,014 | 1,069 | 22,273  |     | ID5A                    | 21,596 | 24,319 | 1,126 | 22,958  |  |
| SD1A                   | 21,000 | 21,708 | 1,034 | 21,354  |     | SD1A                    | 21,064 | 23,393 | 1,111 | 22,229  |  |
| SD2A                   | 19,528 | 22,979 | 1,177 | 21,254  |     | SD2A                    | 20,366 | 23,564 | 1,157 | 21,965  |  |
| J4A                    | 21,744 | 21,210 | 1,025 | 21,477  |     | SD4A                    | 20,890 | 22,047 | 1,055 | 21,469  |  |
| SD6A                   | 19,501 | 23,486 | 1,204 | 21,494  |     | SD6A                    | 19,466 | 24,904 | 1,279 | 22,185  |  |
| SD5A                   | 17,680 | 27,244 | 1,541 | 22,462  |     | SD5A                    | 23,916 | 20,782 | 1,151 | 22,349  |  |
| D19                    |        |        |       | 22,162  | E19 |                         |        |        |       | 22,170  |  |
| SE1A                   | 20,474 | 22,979 | 1,122 | 21,727  |     | SE1A                    | 19,934 | 26,540 | 1,331 | 23,237  |  |
| SE2A                   | 19,098 | 25,538 | 1,337 | 22,318  |     | SE2A                    | 19,310 | 24,254 | 1,256 | 21,782  |  |
| SE4A                   | 21,314 | 23,034 | 1,081 | 22,174  |     | SE4A                    | 21,649 | 22,671 | 1,047 | 22,160  |  |
| SE6A                   | 19,918 | 24,013 | 1,206 | 21,966  |     | SE6A                    | 18,892 | 22,896 | 1,212 | 20,894  |  |
| SE5A                   | 19,313 | 22,260 | 1,153 | 20,787  |     | SE5A                    | 17,467 | 24,829 | 1,421 | 21,148  |  |
| IE1A                   | 20,322 | 24,987 | 1,230 | 22,655  |     | IE1A                    | 22,466 | 22,180 | 1,013 | 22,323  |  |
| IE2A                   | 20,594 | 22,612 | 1,098 | 21,603  |     | IE2A                    | 19,211 | 24,445 | 1,272 | 21,828  |  |
| IE4A                   | 19,995 | 21,849 | 1,093 | 20,922  |     | IE4A                    | 20,540 | 23,384 | 1,138 | 21,962  |  |
| IE6A                   | 20,602 | 23,672 | 1,149 | 22,137  |     | IE6A                    | 18,489 | 24,849 | 1,344 | 21,669  |  |
| IE5A                   | 21,345 | 24,647 | 1,155 | 22,996  |     | IE5A                    | 22,954 | 23,347 | 1,017 | 23,151  |  |
| ID1A                   | 22,133 | 22,728 | 1,027 | 22,431  |     | ID1A                    | 22,222 | 24,975 | 1,124 | 23,599  |  |
| ID2A                   | 20,258 | 23,508 | 1,160 | 21,883  |     | ID2A                    | 18,480 | 24,731 | 1,338 | 21,606  |  |
| ID4A                   | 21,175 | 22,881 | 1,081 | 22,028  |     | ID4A                    | 21,302 | 24,950 | 1,171 | 23,126  |  |
| ID6A                   | 19,468 | 24,018 | 1,234 | 21,743  |     | ID6A                    | 20,009 | 24,419 | 1,220 | 22,214  |  |
| ID5A                   | 19,302 | 25,813 | 1,337 | 22,558  |     | ID5A                    | 19,655 | 22,252 | 1,132 | 20,954  |  |
| ID1A                   | 21,920 | 23,458 | 1,070 | 22,689  |     | SD1A                    | 22,700 | 22,977 | 1,012 | 22,839  |  |
| SD2A                   | 20,746 | 23,134 | 1,115 | 21,940  |     | SD2A                    | 19,230 | 25,560 | 1,329 | 22,395  |  |
| SD4A                   | 21,044 | 25,298 | 1,202 | 23,171  |     | SD4A                    | 23,196 | 24,120 | 1,040 | 23,658  |  |
| SD6A                   | 18,234 | 26,000 | 1,426 | 22,117  |     | SD6A                    | 19,773 | 24,321 | 1,230 | 22,047  |  |
| SD5A                   | 19,976 | 26,810 | 1,342 | 23,393  |     | SD5A                    | 19,345 | 22,290 | 1,152 | 20,818  |  |



| POLY COLUMA DA DIREITA |        |        |       |        |          | POLY COLUMA DA ESQUERDA |        |        |       |        |          |
|------------------------|--------|--------|-------|--------|----------|-------------------------|--------|--------|-------|--------|----------|
|                        | R1     | R2     | R1/R2 | RS     | IAVG/DIE |                         | R1     | R2     | R1/R2 | RS     | IAVG/DIE |
| D20                    |        |        |       |        | 22,383   | E20                     |        |        |       |        | 22,376   |
| SE1A                   | 21,418 | 23,978 | 1,120 | 22,698 |          | SE1A                    | 22,090 | 23,510 | 1,064 | 22,800 |          |
| SE2A                   | 20,410 | 24,821 | 1,216 | 22,616 |          | SE2A                    | 19,104 | 25,439 | 1,332 | 22,272 |          |
| SE4A                   | 20,222 | 24,474 | 1,210 | 22,348 |          | SE4A                    | 22,296 | 24,602 | 1,103 | 23,449 |          |
| SE6A                   | 19,267 | 24,289 | 1,261 | 21,778 |          | SE6A                    | 20,012 | 23,426 | 1,171 | 21,719 |          |
| SE5A                   | 22,483 | 22,134 | 1,016 | 22,309 |          | SE5A                    | 20,593 | 25,978 | 1,261 | 23,286 |          |
| IE1A                   | 20,756 | 26,224 | 1,263 | 23,490 |          | IE1A                    | 21,210 | 24,867 | 1,172 | 23,039 |          |
| IE2A                   | 19,194 | 24,257 | 1,264 | 21,726 |          | IE2A                    | 19,292 | 25,276 | 1,310 | 22,284 |          |
| IE4A                   | 20,269 | 23,809 | 1,175 | 22,039 |          | IE4A                    | 20,186 | 20,294 | 1,005 | 20,240 |          |
| IE6A                   | 19,233 | 24,131 | 1,255 | 21,682 |          | IE6A                    | 20,291 | 23,968 | 1,181 | 22,130 |          |
| IE5A                   | 24,334 | 21,858 | 1,113 | 23,096 |          | IE5A                    | 21,541 | 22,558 | 1,047 | 22,050 |          |
| ID1A                   | 22,427 | 22,744 | 1,014 | 22,586 |          | ID1A                    | 21,605 | 22,661 | 1,049 | 22,133 |          |
| ID2A                   | 20,028 | 23,946 | 1,196 | 21,987 |          | ID2A                    | 20,363 | 23,241 | 1,141 | 21,802 |          |
| ID4A                   | 22,172 | 23,129 | 1,043 | 22,651 |          | ID4A                    | 23,225 | 22,907 | 1,014 | 23,066 |          |
| 5A                     | 18,962 | 24,323 | 1,283 | 21,643 |          | ID6A                    | 19,666 | 24,626 | 1,252 | 22,146 |          |
| 105A                   | 21,052 | 23,135 | 1,099 | 22,094 |          | ID5A                    | 21,169 | 23,023 | 1,088 | 22,096 |          |
| SD1A                   | 21,174 | 25,379 | 1,199 | 23,277 |          | ISD1A                   | 22,937 | 24,077 | 1,050 | 23,507 |          |
| SD2A                   | 20,299 | 23,835 | 1,174 | 22,067 |          | ISD2A                   | 19,101 | 24,777 | 1,297 | 21,939 |          |
| SD4A                   | 21,486 | 23,293 | 1,084 | 22,390 |          | ISD4A                   | 21,663 | 22,504 | 1,039 | 22,084 |          |
| SD6A                   | 19,052 | 24,692 | 1,296 | 21,872 |          | ISD6A                   | 20,391 | 23,698 | 1,162 | 22,045 |          |
| SD5A                   | 19,583 | 27,065 | 1,382 | 23,324 |          | ISD5A                   | 23,500 | 23,361 | 1,006 | 23,431 |          |
|                        |        | MEDIA  | 1,182 | 21,833 | 21,833   |                         |        | MEDIA  | 1,192 | 22,037 | 22,037   |
|                        |        | SIGMA  | 0,100 | 0,844  | 0,453    |                         |        | SIGMA  | 0,104 | 0,925  | 0,542    |

## **APENDICE II**

**TABELA DAS MEDIDAS DE LARGURA DE LINHA EM**

**ESTRUTURAS DE POLISSILICIO**

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

1A

|       |     | POLY   |        |        |        |        |       |       |       |       |        |        |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
|-------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|----|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--|
| DIE   | POS | R1X    | R2X    | R1Y    | R2Y    | RS     | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA  | DELTA  |    | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA  | DELTA  | DELTA |  |
| D011D | 1A  | 1720,8 | 702,7  | 1696,4 | 707,2  | 20,475 | 0,773 | 1,894 | 0,785 | 1,882 | -0,310 | -0,285 | 1  | 0,746 | 1,856 | 0,767 | 1,874 | -0,329 | -0,307 |       |  |
| D011E | 1A  | 1732,4 | 724,3  | 1696,3 | 702,7  | 21,362 | 0,802 | 1,917 | 0,819 | 1,976 | -0,282 | -0,293 | 2  | 0,827 | 2,001 | 0,853 | 1,981 | -0,297 | -0,244 |       |  |
| D015D | 1A  | 1848,2 | 711,1  | 1770,7 | 720,0  | 20,320 | 0,715 | 1,857 | 0,746 | 1,834 | -0,375 | -0,315 | 3  | 0,861 | 2,041 | 0,882 | 2,030 | -0,270 | -0,230 |       |  |
| D015E | 1A  | 1863,7 | 735,2  | 1792,5 | 716,0  | 19,875 | 0,693 | 1,757 | 0,721 | 1,804 | -0,349 | -0,335 | 4  | 0,874 | 2,031 | 0,886 | 2,013 | -0,245 | -0,214 |       |  |
| D021D | 1A  | 1685,4 | 689,4  | 1646,8 | 715,4  | 21,966 | 0,847 | 2,071 | 0,867 | 1,996 | -0,308 | -0,232 | 5  | 0,882 | 2,062 | 0,907 | 2,064 | -0,252 | -0,215 |       |  |
| D021E | 1A  | 1702,0 | 700,0  | 1629,1 | 708,8  | 22,725 | 0,868 | 2,110 | 0,907 | 2,084 | -0,301 | -0,230 | 6  | 0,846 | 1,989 | 0,870 | 1,962 | -0,259 | -0,202 |       |  |
| D025D | 1A  | 1743,8 | 709,8  | 1630,2 | 702,0  | 19,746 | 0,736 | 1,808 | 0,787 | 1,828 | -0,314 | -0,244 | 7  | 0,850 | 1,979 | 0,885 | 1,978 | -0,246 | -0,191 |       |  |
| D025E | 1A  | 1662,5 | 705,2  | 1670,1 | 705,5  | 21,871 | 0,855 | 2,016 | 0,851 | 2,015 | -0,263 | -0,269 | 8  | 0,873 | 2,037 | 0,904 | 2,027 | -0,248 | -0,194 |       |  |
| D031D | 1A  | 1639,9 | 682,2  | 1579,3 | 701,2  | 21,350 | 0,846 | 2,034 | 0,879 | 1,979 | -0,288 | -0,201 | 9  | 0,900 | 2,084 | 0,915 | 2,054 | -0,238 | -0,197 |       |  |
| D031E | 1A  | 1623,6 | 705,7  | 1622,4 | 683,5  | 22,217 | 0,889 | 2,046 | 0,890 | 2,113 | -0,231 | -0,272 | 10 | 0,862 | 2,014 | 0,884 | 1,983 | -0,253 | -0,195 |       |  |
| D035D | 1A  | 1663,7 | 684,6  | 1616,4 | 706,9  | 21,998 | 0,859 | 2,089 | 0,885 | 2,023 | -0,301 | -0,223 | 11 | 0,903 | 2,066 | 0,910 | 2,042 | -0,223 | -0,196 |       |  |
| D035E | 1A  | 1679,0 | 712,8  | 1624,1 | 709,7  | 21,895 | 0,848 | 1,997 | 0,876 | 2,005 | -0,262 | -0,224 | 12 | 0,900 | 2,055 | 0,909 | 2,024 | -0,221 | -0,185 |       |  |
| D41D  | 1A  | 1641,4 | 692,1  | 1610,1 | 708,1  | 22,012 | 0,872 | 2,067 | 0,889 | 2,021 | -0,271 | -0,215 | 13 | 0,867 | 2,021 | 0,888 | 1,985 | -0,247 | -0,190 |       |  |
| D041E | 1A  | 1584,6 | 704,8  | 1559,0 | 702,6  | 22,684 | 0,930 | 2,092 | 0,946 | 2,099 | -0,199 | -0,180 | 14 | 0,892 | 2,076 | 0,926 | 2,031 | -0,245 | -0,161 |       |  |
| D045D | 1A  | 1618,1 | 706,7  | 1658,3 | 708,5  | 21,776 | 0,875 | 2,003 | 0,854 | 1,998 | -0,225 | -0,254 | 15 | 0,882 | 2,031 | 0,899 | 2,015 | -0,231 | -0,194 |       |  |
| D045E | 1A  | 1658,1 | 691,7  | 1582,7 | 700,7  | 20,882 | 0,819 | 1,962 | 0,858 | 1,937 | -0,284 | -0,206 | 16 | 0,903 | 2,090 | 0,919 | 2,062 | -0,239 | -0,196 |       |  |
| D051D | 1A  | 1622,1 | 710,3  | 1601,1 | 698,7  | 23,432 | 0,939 | 2,144 | 0,951 | 2,180 | -0,221 | -0,226 | 17 | 0,896 | 2,074 | 0,906 | 2,036 | -0,238 | -0,199 |       |  |
| D051E | 1A  | 1647,8 | 700,5  | 1611,9 | 712,1  | 20,976 | 0,827 | 1,946 | 0,846 | 1,915 | -0,261 | -0,209 | 18 | 0,887 | 2,063 | 0,912 | 2,041 | -0,247 | -0,192 |       |  |
| D055D | 1A  | 1675,6 | 700,4  | 1623,4 | 701,7  | 22,804 | 0,885 | 2,116 | 0,913 | 2,112 | -0,282 | -0,239 | 19 | 0,873 | 2,022 | 0,889 | 1,965 | -0,240 | -0,173 |       |  |
| D055E | 1A  | 1654,7 | 711,0  | 1581,7 | 708,4  | 22,331 | 0,877 | 2,042 | 0,918 | 2,049 | -0,247 | -0,189 | 20 | 0,876 | 2,071 | 0,912 | 2,029 | -0,267 | -0,182 |       |  |
| D061D | 1A  | 1663,0 | 677,4  | 1619,0 | 712,6  | 21,058 | 0,823 | 2,021 | 0,845 | 1,921 | -0,313 | -0,214 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D061E | 1A  | 1672,3 | 717,8  | 1613,4 | 716,2  | 21,973 | 0,854 | 1,990 | 0,885 | 1,994 | -0,248 | -0,202 |    | 0,870 | 2,033 | 0,891 | 2,010 | -0,252 | -0,203 |       |  |
| D065D | 1A  | 1642,0 | 720,9  | 1583,7 | 710,0  | 20,944 | 0,829 | 1,888 | 0,860 | 1,917 | -0,217 | -0,187 |    | 0,835 | 0,851 | 0,833 | 0,844 | 0,824  | 0,830  |       |  |
| D065E | 1A  | 1655,2 | 704,8  | 1627,5 | 719,9  | 22,316 | 0,876 | 2,058 | 0,891 | 2,015 | -0,258 | -0,207 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D071D | 1A  | 1672,5 | 699,9  | 1573,6 | 719,9  | 21,268 | 0,827 | 1,975 | 0,879 | 1,920 | -0,280 | -0,157 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D071E | 1A  | 1653,1 | 729,1  | 1608,4 | 716,4  | 22,031 | 0,866 | 1,964 | 0,890 | 1,999 | -0,211 | -0,197 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D075D | 1A  | 1681,4 | 711,5  | 1599,3 | 711,2  | 20,779 | 0,803 | 1,898 | 0,844 | 1,899 | -0,266 | -0,199 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D075E | 1A  | 1664,2 | 725,2  | 1628,5 | 718,9  | 23,171 | 0,905 | 2,077 | 0,925 | 2,095 | -0,228 | -0,210 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D081D | 1A  | 1665,0 | 701,9  | 1607,7 | 732,4  | 23,079 | 0,901 | 2,137 | 0,933 | 2,048 | -0,271 | -0,163 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D081E | 1A  | 1668,5 | 726,2  | 1597,0 | 721,0  | 21,692 | 0,845 | 1,942 | 0,883 | 1,956 | -0,229 | -0,177 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D085D | 1A  | 1725,6 | 723,9  | 1614,1 | 723,6  | 23,104 | 0,870 | 2,074 | 0,930 | 2,075 | -0,277 | -0,187 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D085E | 1A  | 1672,4 | 735,6  | 1686,2 | 723,7  | 22,575 | 0,877 | 1,995 | 0,870 | 2,028 | -0,215 | -0,248 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D091D | 1A  | 1668,5 | 711,8  | 1627,7 | 722,0  | 22,912 | 0,893 | 2,092 | 0,915 | 2,063 | -0,256 | -0,203 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D091E | 1A  | 1661,0 | 727,6  | 1597,3 | 735,0  | 22,990 | 0,900 | 2,054 | 0,936 | 2,033 | -0,220 | -0,148 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D095D | 1A  | 1682,9 | 699,2  | 1684,2 | 727,4  | 23,071 | 0,891 | 2,145 | 0,890 | 2,062 | -0,289 | -0,240 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D095E | 1A  | 1622,2 | 728,1  | 1622,2 | 722,6  | 22,898 | 0,918 | 2,044 | 0,918 | 2,060 | -0,186 | -0,197 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D101D | 1A  | 1669,0 | 715,5  | 1594,5 | 714,8  | 20,669 | 0,805 | 1,878 | 0,843 | 1,879 | -0,250 | -0,187 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D101E | 1A  | 1673,5 | 724,6  | 1633,5 | 737,0  | 23,247 | 0,903 | 2,085 | 0,925 | 2,050 | -0,236 | -0,178 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D105D | 1A  | 1666,6 | 705,2  | 1608,9 | 728,2  | 21,555 | 0,841 | 1,987 | 0,871 | 1,924 | -0,266 | -0,173 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D105E | 1A  | 1691,3 | 720,3  | 1690,4 | 730,1  | 23,360 | 0,898 | 2,108 | 0,898 | 2,080 | -0,258 | -0,240 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D111D | 1A  | 1631,9 | 715,54 | 1630,4 | 724,23 | 23,359 | 0,930 | 2,122 | 0,931 | 2,096 | -0,219 | -0,201 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D111E | 1A  | 1672,7 | 717,63 | 1632,3 | 731,92 | 23,554 | 0,915 | 2,133 | 0,938 | 2,092 | -0,249 | -0,187 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D115D | 1A  | 1660,8 | 713,75 | 1638,1 | 732,75 | 22,075 | 0,864 | 2,010 | 0,876 | 1,958 | -0,246 | -0,191 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D115E | 1A  | 1656,9 | 748,46 | 1672,8 | 740,01 | 23,004 | 0,902 | 1,998 | 0,894 | 2,021 | -0,176 | -0,207 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D121D | 1A  | 1637,1 | 715,14 | 1603,9 | 720,38 | 22,855 | 0,907 | 2,077 | 0,926 | 2,062 | -0,224 | -0,185 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D121E | 1A  | 1654,8 | 723,42 | 1610,4 | 728,68 | 22,243 | 0,874 | 1,999 | 0,898 | 1,984 | -0,223 | -0,174 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D125D | 1A  | 1631,2 | 703,47 | 1614,5 | 727,46 | 22,941 | 0,914 | 2,120 | 0,924 | 2,050 | -0,242 | -0,180 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D125E | 1A  | 1621,8 | 723,12 | 1647,2 | 731,65 | 22,527 | 0,903 | 2,025 | 0,889 | 2,001 | -0,195 | -0,201 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D131D | 1A  | 1648,9 | 704,21 | 1606,2 | 712,09 | 22,053 | 0,869 | 2,036 | 0,892 | 2,013 | -0,255 | -0,204 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D131E | 1A  | 1633,8 | 710,26 | 1579,3 | 730,31 | 20,266 | 0,806 | 1,855 | 0,834 | 1,804 | -0,231 | -0,140 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D135D | 1A  | 1680,7 | 696,19 | 1631,7 | 725,52 | 22,742 | 0,879 | 2,123 | 0,906 | 2,037 | -0,293 | -0,199 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D135E | 1A  | 1651,7 | 728,81 | 1645,2 | 723,23 | 23,229 | 0,914 | 2,072 | 0,918 | 2,088 | -0,210 | -0,216 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D141D | 1A  | 1635,7 | 693,24 | 1614,0 | 728,16 | 23,874 | 0,949 | 2,238 | 0,961 | 2,131 | -0,264 | -0,178 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D141E | 1A  | 1636,6 | 716,65 | 1584,0 | 723,05 | 22,140 | 0,879 | 2,008 | 0,908 | 1,990 | -0,221 | -0,160 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |
| D145D | 1A  | 1687,8 | 717,15 | 1615,5 | 728,93 | 22,874 | 0,881 | 2,073 | 0,920 | 2,040 | -0,261 | -0,178 |    |       |       |       |       |        |        |       |  |

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

|       |     | POLY   |        |        |        |        |       |       |       |       |        |        |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
|-------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--|--|
| DIE   | POS | R1X    | R2Y    | R1Y    | R2Y    | R5     | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA  | DELTA  | LM1X | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA | DELTA  |       |  |  |
| D14SE | 1A  | 1675,5 | 726,19 | 1577,2 | 734,98 | 22,189 | 0,861 | 1,986 | 0,914 | 1,962 | -0,235 | -0,127 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D15ID | 1A  | 1650,3 | 706,08 | 1587,4 | 716,47 | 23,192 | 0,913 | 2,135 | 0,950 | 2,104 | -0,252 | -0,177 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D15IE | 1A  | 1655,2 | 715,52 | 1618,2 | 729,17 | 22,624 | 0,888 | 2,055 | 0,909 | 2,017 | -0,239 | -0,180 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D15SD | 1A  | 1646,6 | 732,30 | 1649,0 | 732,99 | 21,927 | 0,866 | 1,946 | 0,864 | 1,944 | -0,199 | -0,200 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D15SE | 1A  | 1675,1 | 725,62 | 1651,7 | 723,64 | 22,206 | 0,862 | 1,989 | 0,874 | 1,995 | -0,236 | -0,220 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D16ID | 1A  | 1672,3 | 715,95 | 1595,0 | 727,70 | 23,726 | 0,922 | 2,154 | 0,967 | 2,119 | -0,251 | -0,161 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D16IE | 1A  | 1664,2 | 724,22 | 1641,2 | 735,22 | 23,163 | 0,905 | 2,079 | 0,917 | 2,048 | -0,230 | -0,188 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D16SD | 1A  | 1701,4 | 732,72 | 1683,8 | 741,47 | 23,716 | 0,906 | 2,104 | 0,915 | 2,079 | -0,244 | -0,213 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D16SE | 1A  | 1675,5 | 728,29 | 1680,0 | 735,96 | 22,671 | 0,880 | 2,023 | 0,877 | 2,002 | -0,231 | -0,220 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D17ID | 1A  | 1659,4 | 703,91 | 1623,6 | 741,43 | 24,199 | 0,948 | 2,235 | 0,969 | 2,121 | -0,263 | -0,160 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D17IE | 1A  | 1687,3 | 728,48 | 1653,5 | 735,29 | 21,366 | 0,823 | 1,906 | 0,840 | 1,889 | -0,240 | -0,199 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D17SD | 1A  | 1667,0 | 714,19 | 1649,1 | 729,62 | 23,733 | 0,925 | 2,160 | 0,935 | 2,114 | -0,250 | -0,206 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D17SE | 1A  | 1664,7 | 741,45 | 1683,6 | 732,03 | 22,748 | 0,888 | 1,994 | 0,878 | 2,020 | -0,197 | -0,231 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D18ID | 1A  | 1648,0 | 701,11 | 1573,8 | 729,13 | 22,773 | 0,898 | 2,111 | 0,941 | 2,030 | -0,260 | -0,137 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D18IE | 1A  | 1637,7 | 721,21 | 1626,6 | 730,17 | 23,446 | 0,931 | 2,113 | 0,937 | 2,087 | -0,213 | -0,185 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D18SD | 1A  | 1697,5 | 705,13 | 1636,7 | 699,59 | 21,354 | 0,818 | 1,968 | 0,848 | 1,984 | -0,289 | -0,253 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D18SE | 1A  | 1693,7 | 739,36 | 1652,2 | 738,28 | 23,443 | 0,900 | 2,061 | 0,922 | 2,064 | -0,225 | -0,192 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D19ID | 1A  | 1653,5 | 725,55 | 1622,3 | 728,57 | 22,431 | 0,882 | 2,009 | 0,899 | 2,001 | -0,218 | -0,185 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D19IE | 1A  | 1678,4 | 732,18 | 1627,0 | 737,64 | 22,655 | 0,877 | 2,011 | 0,905 | 1,996 | -0,226 | -0,171 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D19SD | 1A  | 1647,2 | 712,87 | 1654,9 | 737,78 | 22,689 | 0,895 | 2,069 | 0,891 | 1,999 | -0,237 | -0,196 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D19SE | 1A  | 1685,9 | 706,98 | 1639,6 | 758,09 | 21,727 | 0,838 | 1,998 | 0,861 | 1,863 | -0,278 | -0,140 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D20ID | 1A  | 1709,0 | 724,63 | 1577,6 | 733,30 | 22,586 | 0,859 | 2,026 | 0,931 | 2,002 | -0,264 | -0,131 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D20IE | 1A  | 1710,4 | 722,12 | 1645,3 | 734,20 | 23,490 | 0,893 | 2,114 | 0,928 | 2,080 | -0,269 | -0,194 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D20SD | 1A  | 1700,5 | 718,26 | 1667,5 | 742,33 | 23,277 | 0,890 | 2,106 | 0,907 | 2,038 | -0,269 | -0,198 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D20SE | 1A  | 1711,0 | 724,62 | 1669,4 | 739,37 | 22,698 | 0,862 | 2,036 | 0,884 | 1,995 | -0,265 | -0,205 |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D01ID | 2A  | 706,7  | 332,1  | 673,3  | 345,9  | 20,957 | 1,928 | 4,102 | 2,023 | 3,938 | -0,227 | 0,113  | 1    | 1,908 | 4,025 | 1,973 | 3,887 | -0,197 | 0,060 |  |  |
| D01IE | 2A  | 690,9  | 329,8  | 660,8  | 341,1  | 20,951 | 1,971 | 4,129 | 2,061 | 3,992 | -0,173 | 0,134  | 2    | 1,949 | 4,064 | 2,002 | 3,945 | -0,157 | 0,061 |  |  |
| D01SD | 2A  | 708,0  | 336,5  | 690,8  | 343,2  | 19,832 | 1,821 | 3,831 | 1,866 | 3,756 | -0,188 | -0,025 | 3    | 1,959 | 4,075 | 2,008 | 3,971 | -0,149 | 0,046 |  |  |
| D01SE | 2A  | 695,8  | 329,7  | 686,2  | 344,7  | 20,481 | 1,913 | 4,038 | 1,940 | 3,862 | -0,199 | 0,019  | 4    | 2,009 | 4,099 | 2,027 | 3,997 | -0,077 | 0,058 |  |  |
| D02ID | 2A  | 694,9  | 331,2  | 676,3  | 344,3  | 21,556 | 2,016 | 4,230 | 2,072 | 4,069 | -0,179 | 0,074  | 5    | 2,015 | 4,116 | 2,050 | 4,019 | -0,081 | 0,084 |  |  |
| D02IE | 2A  | 675,3  | 329,9  | 676,6  | 339,3  | 20,417 | 1,965 | 4,023 | 1,961 | 3,911 | -0,090 | 0,012  | 6    | 1,947 | 3,980 | 1,998 | 3,876 | -0,084 | 0,128 |  |  |
| D02SD | 2A  | 703,8  | 332,7  | 679,9  | 342,5  | 21,200 | 1,958 | 4,142 | 2,027 | 4,023 | -0,207 | 0,030  | 7    | 1,997 | 4,068 | 2,016 | 3,934 | -0,070 | 0,101 |  |  |
| D02SE | 2A  | 695,7  | 334,2  | 662,6  | 341,7  | 19,858 | 1,855 | 3,862 | 1,948 | 3,777 | -0,151 | 0,130  | 8    | 1,985 | 4,050 | 2,022 | 3,961 | -0,075 | 0,086 |  |  |
| D03ID | 2A  | 696,0  | 331,2  | 675,9  | 336,2  | 20,725 | 1,936 | 4,067 | 1,993 | 4,007 | -0,184 | -0,021 | 9    | 1,982 | 4,064 | 2,016 | 3,910 | -0,094 | 0,128 |  |  |
| D03IE | 2A  | 675,4  | 328,7  | 664,8  | 339,1  | 20,642 | 1,987 | 4,082 | 2,018 | 3,957 | -0,104 | 0,082  | 10   | 1,981 | 3,995 | 1,992 | 3,906 | -0,033 | 0,082 |  |  |
| D03SD | 2A  | 698,8  | 332,7  | 678,8  | 342,9  | 20,320 | 1,890 | 3,970 | 1,946 | 3,852 | -0,182 | 0,042  | 11   | 1,952 | 3,989 | 1,992 | 3,865 | -0,085 | 0,126 |  |  |
| D03SE | 2A  | 685,1  | 331,4  | 668,2  | 340,6  | 21,324 | 2,023 | 4,182 | 2,074 | 4,069 | -0,126 | 0,079  | 12   | 1,985 | 4,054 | 2,030 | 3,927 | -0,080 | 0,142 |  |  |
| D04ID | 2A  | 684,6  | 335,7  | 678,1  | 343,1  | 21,100 | 2,003 | 4,085 | 2,023 | 3,997 | -0,076 | 0,048  | 13   | 2,024 | 4,121 | 2,047 | 3,967 | -0,069 | 0,132 |  |  |
| D04IE | 2A  | 678,9  | 330,2  | 677,6  | 344,7  | 20,422 | 1,955 | 4,020 | 1,959 | 3,851 | -0,106 | 0,071  | 14   | 2,006 | 4,031 | 2,014 | 3,925 | -0,018 | 0,107 |  |  |
| D04SD | 2A  | 688,3  | 342,5  | 680,8  | 347,0  | 21,363 | 2,017 | 4,054 | 2,040 | 4,002 | -0,019 | 0,079  | 15   | 1,968 | 3,995 | 2,023 | 3,861 | -0,059 | 0,201 |  |  |
| D04SE | 2A  | 680,9  | 331,0  | 671,8  | 338,7  | 21,565 | 2,059 | 4,235 | 2,087 | 4,139 | -0,108 | 0,034  | 16   | 2,019 | 4,103 | 2,046 | 3,964 | -0,060 | 0,133 |  |  |
| D05ID | 2A  | 684,0  | 340,1  | 689,9  | 343,7  | 21,211 | 2,016 | 4,054 | 1,998 | 4,011 | -0,022 | -0,014 | 17   | 1,925 | 3,944 | 1,982 | 3,776 | -0,093 | 0,212 |  |  |
| D05IE | 2A  | 686,4  | 335,8  | 666,6  | 345,8  | 21,260 | 2,013 | 4,115 | 2,073 | 3,996 | -0,084 | 0,156  | 18   | 1,961 | 4,011 | 2,020 | 3,866 | -0,086 | 0,188 |  |  |
| D05SD | 2A  | 689,7  | 338,3  | 676,3  | 347,7  | 21,474 | 2,024 | 4,126 | 2,064 | 4,014 | -0,075 | 0,116  | 19   | 1,986 | 4,060 | 2,004 | 3,924 | -0,085 | 0,088 |  |  |
| D05SE | 2A  | 694,9  | 334,4  | 674,8  | 343,9  | 21,442 | 2,006 | 4,168 | 2,065 | 4,053 | -0,145 | 0,079  | 20   | 1,987 | 4,048 | 2,036 | 3,928 | -0,072 | 0,153 |  |  |
| D06ID | 2A  | 700,2  | 344,3  | 678,5  | 352,7  | 21,267 | 1,974 | 4,015 | 2,037 | 3,919 | -0,065 | 0,165  |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D06IE | 2A  | 694,6  | 343,2  | 684,1  | 351,6  | 20,585 | 1,926 | 3,899 | 1,956 | 3,806 | -0,047 | 0,115  |      | 1,977 | 4,045 | 2,015 | 3,921 | -0,086 | 0,116 |  |  |
| D06SD | 2A  | 703,9  | 343,5  | 679,9  | 351,6  | 20,431 | 1,887 | 3,866 | 1,953 | 3,777 | -0,094 | 0,142  |      | 0,030 | 0,047 | 0,021 | 0,054 | 0,040  | 0,046 |  |  |
| D06SE | 2A  | 697,7  | 337,2  | 683,2  | 349,0  | 21,489 | 2,002 | 4,142 | 2,044 | 4,002 | -0,129 | 0,089  |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D07ID | 2A  | 697,9  | 344,7  | 698,9  | 353,6  | 21,173 | 1,972 | 3,993 | 1,969 | 3,892 | -0,048 | 0,048  |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D07IE | 2A  | 702,1  | 338,2  | 696,7  | 353,8  | 21,333 | 1,975 | 4,100 | 1,990 | 3,919 | -0,141 | 0,064  |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D07SD | 2A  | 698,1  | 343,3  | 680,7  | 354,7  | 21,766 | 2,027 | 4,121 | 2,078 | 3,989 | -0,065 | 0,176  |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D07SE | 2A  | 691,4  | 343,4  | 688,3  | 354,0  | 21,439 | 2,015 | 4,058 | 2,025 | 3,936 | -0,026 | 0,118  |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D08ID | 2A  | 703,1  | 346,8  | 702,7  | 356,2  | 21,451 | 1,983 | 4,021 | 1,984 | 3,914 | -0,053 | 0,056  |      |       |       |       |       |        |       |  |  |
| D08IE | 2A  | 698,1  | 349,1  | 678,7  | 352,9  | 20,946 | 1,950 | 3,900 | 2,006 | 3,858 | 0,001  | 0,166  |      |       |       |       |       |        |       |  |  |

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

| DIE   | POS | POLY   |        |        |        |        | R5    | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y   | DELTA  | DELTA | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTAWXDELTA | DELTA  |
|-------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|--------|
|       |     | R1X    | R2X    | R1Y    | R2Y    | RS     |       |       |       |       |        |        |       |       |       |       |       |              |        |
| D08SD | 2A  | 724,7  | 344,7  | 702,8  | 353,8  | 21,788 | 1,954 | 4,109 | 2,015 | 4,003 | -0,186 | 0,028  |       |       |       |       |       |              |        |
| D08SE | 2A  | 702,1  | 345,7  | 693,0  | 354,6  | 22,190 | 2,054 | 4,172 | 2,081 | 4,067 | -0,060 | 0,096  |       |       |       |       |       |              |        |
| D09ID | 2A  | 719,0  | 341,1  | 695,9  | 356,1  | 22,081 | 1,996 | 4,208 | 2,062 | 4,030 | -0,195 | 0,096  |       |       |       |       |       |              |        |
| D09IE | 2A  | 691,8  | 344,6  | 690,3  | 359,6  | 21,816 | 2,050 | 4,115 | 2,054 | 3,943 | -0,015 | 0,175  |       |       |       |       |       |              |        |
| D09SD | 2A  | 712,5  | 344,5  | 696,4  | 359,6  | 20,816 | 1,899 | 3,927 | 1,943 | 3,763 | -0,128 | 0,135  |       |       |       |       |       |              |        |
| D09SE | 2A  | 705,8  | 349,5  | 698,8  | 358,5  | 21,535 | 1,983 | 4,005 | 2,003 | 3,904 | -0,038 | 0,107  |       |       |       |       |       |              |        |
| D10ID | 2A  | 710,2  | 354,6  | 710,9  | 356,3  | 21,762 | 1,992 | 3,989 | 1,990 | 3,970 | -0,006 | 0,010  |       |       |       |       |       |              |        |
| D10IE | 2A  | 696,5  | 350,2  | 704,7  | 361,4  | 21,596 | 2,015 | 4,008 | 1,992 | 3,884 | 0,023  | 0,105  |       |       |       |       |       |              |        |
| D10SD | 2A  | 713,5  | 349,4  | 700,9  | 359,6  | 21,158 | 1,927 | 3,936 | 1,962 | 3,824 | -0,081 | 0,107  |       |       |       |       |       |              |        |
| D10SE | 2A  | 711,6  | 349,8  | 699,3  | 358,7  | 21,781 | 1,990 | 4,047 | 2,024 | 3,947 | -0,066 | 0,106  |       |       |       |       |       |              |        |
| D11ID | 2A  | 711,7  | 348,99 | 695,0  | 358,77 | 21,647 | 1,977 | 4,032 | 2,025 | 3,922 | -0,076 | 0,134  |       |       |       |       |       |              |        |
| D11IE | 2A  | 707,2  | 342,86 | 695,9  | 356,15 | 20,088 | 1,846 | 3,808 | 1,876 | 3,666 | -0,118 | 0,096  |       |       |       |       |       |              |        |
| D11SD | 2A  | 726,0  | 349,39 | 701,8  | 357,25 | 21,558 | 1,930 | 4,011 | 1,997 | 3,922 | -0,145 | 0,073  |       |       |       |       |       |              |        |
| D11SE | 2A  | 698,4  | 349,20 | 693,0  | 363,00 | 22,057 | 2,053 | 4,106 | 2,069 | 3,950 | -0,000 | 0,200  |       |       |       |       |       |              |        |
| D12ID | 2A  | 702,9  | 344,59 | 686,1  | 353,07 | 21,792 | 2,015 | 4,111 | 2,064 | 4,012 | -0,077 | 0,120  |       |       |       |       |       |              |        |
| D12IE | 2A  | 694,3  | 343,39 | 696,5  | 360,35 | 21,122 | 1,977 | 3,998 | 1,971 | 3,810 | -0,043 | 0,144  |       |       |       |       |       |              |        |
| D12SD | 2A  | 716,8  | 351,51 | 690,4  | 353,78 | 21,637 | 1,962 | 4,001 | 2,037 | 3,975 | -0,075 | 0,102  |       |       |       |       |       |              |        |
| D12SE | 2A  | 706,4  | 341,82 | 685,1  | 358,85 | 21,596 | 1,987 | 4,107 | 2,049 | 3,912 | -0,125 | 0,200  |       |       |       |       |       |              |        |
| D13ID | 2A  | 702,2  | 343,17 | 692,0  | 357,01 | 21,689 | 2,008 | 4,108 | 2,037 | 3,949 | -0,088 | 0,132  |       |       |       |       |       |              |        |
| D13IE | 2A  | 689,7  | 343,44 | 690,1  | 354,53 | 22,183 | 2,091 | 4,198 | 2,089 | 4,067 | -0,016 | 0,113  |       |       |       |       |       |              |        |
| D13SD | 2A  | 712,3  | 346,71 | 700,7  | 361,56 | 21,872 | 1,996 | 4,100 | 2,029 | 3,932 | -0,104 | 0,132  |       |       |       |       |       |              |        |
| D13SE | 2A  | 696,9  | 342,47 | 687,2  | 356,20 | 21,478 | 2,003 | 4,076 | 2,031 | 3,919 | -0,068 | 0,152  |       |       |       |       |       |              |        |
| D14ID | 2A  | 699,8  | 345,08 | 698,2  | 356,71 | 21,010 | 1,951 | 3,957 | 1,956 | 3,828 | -0,054 | 0,089  |       |       |       |       |       |              |        |
| D14IE | 2A  | 699,9  | 348,61 | 698,5  | 358,72 | 22,081 | 2,051 | 4,117 | 2,055 | 4,001 | -0,015 | 0,111  |       |       |       |       |       |              |        |
| D14SD | 2A  | 698,6  | 351,74 | 706,3  | 360,24 | 21,860 | 2,034 | 4,040 | 2,012 | 3,944 | 0,028  | 0,082  |       |       |       |       |       |              |        |
| D14SE | 2A  | 704,3  | 349,36 | 689,1  | 356,80 | 21,560 | 1,990 | 4,011 | 2,034 | 3,928 | -0,031 | 0,147  |       |       |       |       |       |              |        |
| D15ID | 2A  | 717,4  | 351,03 | 690,5  | 360,69 | 21,396 | 1,939 | 3,962 | 2,014 | 3,856 | -0,084 | 0,187  |       |       |       |       |       |              |        |
| D15IE | 2A  | 701,2  | 346,92 | 692,7  | 358,19 | 21,665 | 2,008 | 4,059 | 2,033 | 3,931 | -0,042 | 0,141  |       |       |       |       |       |              |        |
| D15SD | 2A  | 717,7  | 353,32 | 691,7  | 366,52 | 22,166 | 2,007 | 4,078 | 2,083 | 3,931 | -0,061 | 0,254  |       |       |       |       |       |              |        |
| D15SE | 2A  | 704,9  | 348,03 | 688,9  | 362,53 | 20,778 | 1,916 | 3,881 | 1,960 | 3,725 | -0,049 | 0,221  |       |       |       |       |       |              |        |
| D16ID | 2A  | 719,9  | 354,21 | 698,9  | 365,16 | 21,946 | 1,981 | 4,027 | 2,041 | 3,907 | -0,063 | 0,189  |       |       |       |       |       |              |        |
| D16IE | 2A  | 696,0  | 349,91 | 710,9  | 363,79 | 22,247 | 2,078 | 4,133 | 2,034 | 3,975 | 0,022  | 0,096  |       |       |       |       |       |              |        |
| D16SD | 2A  | 717,9  | 353,46 | 710,7  | 362,01 | 21,884 | 1,981 | 4,024 | 2,001 | 3,929 | -0,060 | 0,076  |       |       |       |       |       |              |        |
| D16SE | 2A  | 719,1  | 346,61 | 695,3  | 362,03 | 22,541 | 2,037 | 4,227 | 2,107 | 4,047 | -0,139 | 0,172  |       |       |       |       |       |              |        |
| D17ID | 2A  | 722,8  | 349,56 | 685,7  | 364,76 | 21,215 | 1,908 | 3,945 | 2,011 | 3,780 | -0,127 | 0,273  |       |       |       |       |       |              |        |
| D17IE | 2A  | 718,0  | 353,51 | 703,8  | 364,96 | 21,358 | 1,933 | 3,927 | 1,972 | 3,804 | -0,060 | 0,154  |       |       |       |       |       |              |        |
| D17SD | 2A  | 713,3  | 351,02 | 709,9  | 365,17 | 20,909 | 1,905 | 3,872 | 1,914 | 3,722 | -0,062 | 0,118  |       |       |       |       |       |              |        |
| D17SE | 2A  | 716,0  | 346,82 | 688,4  | 368,26 | 21,519 | 1,954 | 4,033 | 2,032 | 3,798 | -0,121 | 0,301  |       |       |       |       |       |              |        |
| D18ID | 2A  | 720,6  | 347,81 | 686,1  | 362,12 | 21,117 | 1,905 | 3,946 | 2,001 | 3,790 | -0,134 | 0,236  |       |       |       |       |       |              |        |
| D18IE | 2A  | 708,2  | 342,61 | 687,9  | 360,57 | 22,077 | 2,026 | 4,188 | 2,086 | 3,980 | -0,126 | 0,203  |       |       |       |       |       |              |        |
| D18SD | 2A  | 713,7  | 350,46 | 695,1  | 358,62 | 21,254 | 1,936 | 3,942 | 1,987 | 3,852 | -0,070 | 0,132  |       |       |       |       |       |              |        |
| D18SE | 2A  | 699,5  | 348,45 | 689,2  | 359,74 | 21,264 | 1,976 | 3,966 | 2,005 | 3,842 | -0,015 | 0,183  |       |       |       |       |       |              |        |
| D19ID | 2A  | 725,0  | 351,35 | 716,3  | 363,01 | 21,883 | 1,962 | 4,048 | 1,986 | 3,918 | -0,119 | 0,055  |       |       |       |       |       |              |        |
| D19IE | 2A  | 712,1  | 350,57 | 712,7  | 363,14 | 21,603 | 1,972 | 4,005 | 1,970 | 3,867 | -0,061 | 0,078  |       |       |       |       |       |              |        |
| D19SD | 2A  | 727,6  | 355,94 | 717,7  | 365,71 | 21,940 | 1,960 | 4,007 | 1,987 | 3,900 | -0,085 | 0,078  |       |       |       |       |       |              |        |
| D19SE | 2A  | 707,9  | 347,19 | 699,5  | 361,63 | 22,315 | 2,049 | 4,178 | 2,074 | 4,011 | -0,075 | 0,141  |       |       |       |       |       |              |        |
| D20ID | 2A  | 721,1  | 354,53 | 704,8  | 366,72 | 21,987 | 1,982 | 4,031 | 2,028 | 3,897 | -0,066 | 0,170  |       |       |       |       |       |              |        |
| D20IE | 2A  | 724,8  | 351,65 | 705,4  | 364,88 | 21,726 | 1,948 | 4,016 | 2,002 | 3,870 | -0,115 | 0,143  |       |       |       |       |       |              |        |
| D20SD | 2A  | 721,3  | 355,93 | 708,5  | 369,29 | 22,067 | 1,988 | 4,030 | 2,025 | 3,884 | -0,052 | 0,177  |       |       |       |       |       |              |        |
| D20SE | 2A  | 725,0  | 357,25 | 703,1  | 362,06 | 22,616 | 2,028 | 4,115 | 2,091 | 4,060 | -0,057 | 0,123  |       |       |       |       |       |              |        |
| D01ID | 4A  | 1293,3 | 630,3  | 1402,2 | 620,6  | 20,440 | 1,027 | 2,108 | 0,948 | 2,141 | -0,049 | -0,206 | 1     | 1,037 | 2,178 | 0,972 | 2,178 | -0,091       | -0,194 |
| D01IE | 4A  | 1261,7 | 605,2  | 1382,3 | 614,1  | 20,758 | 1,069 | 2,229 | 0,976 | 2,197 | -0,078 | -0,201 | 2     | 1,080 | 2,202 | 1,015 | 2,204 | -0,035       | -0,146 |
| D01SD | 4A  | 1342,3 | 618,2  | 1366,2 | 611,9  | 20,025 | 0,970 | 2,106 | 0,953 | 2,127 | -0,146 | -0,189 | 3     | 1,077 | 2,218 | 1,020 | 2,204 | -0,056       | -0,139 |
| D01SE | 4A  | 1277,1 | 608,2  | 1364,3 | 615,2  | 21,247 | 1,081 | 2,271 | 1,012 | 2,245 | -0,091 | -0,179 | 4     | 1,144 | 2,325 | 1,072 | 2,318 | -0,030       | -0,139 |
| D02ID | 4A  | 1309,3 | 618,2  | 1351,6 | 616,6  | 21,602 | 1,072 | 2,271 | 1,039 | 2,277 | -0,105 | -0,161 | 5     | 1,151 | 2,353 | 1,099 | 2,333 | -0,042       | -0,110 |

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

|       |     | POLY   |        |        |        |        |       |       |       |       |        |        |      |       |       |       |       |        |        |
|-------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| DIE   | POS | R1X    | R2X    | R1Y    | R2Y    | RS     | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTA  | DELTA  | LW1X | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTA | DELTA  |        |
| D02IE | 4A  | 1244,7 | 620,8  | 1320,7 | 631,5  | 21,327 | 1,114 | 2,233 | 1,050 | 2,195 | -0,005 | -0,084 | 6    | 1,086 | 2,233 | 1,034 | 2,216 | -0,053 | -0,125 |
| D02SD | 4A  | 1292,9 | 628,3  | 1387,2 | 625,7  | 19,803 | 0,996 | 2,049 | 0,928 | 2,057 | -0,055 | -0,178 | 7    | 1,122 | 2,304 | 1,063 | 2,279 | -0,051 | -0,126 |
| D02SE | 4A  | 1217,8 | 616,2  | 1329,6 | 606,9  | 21,365 | 1,140 | 2,254 | 1,044 | 2,288 | 0,024  | -0,160 | 8    | 1,107 | 2,220 | 1,032 | 2,212 | -0,004 | -0,124 |
| D03ID | 4A  | 1257,5 | 605,3  | 1333,9 | 610,5  | 20,953 | 1,083 | 2,250 | 1,021 | 2,231 | -0,072 | -0,156 | 9    | 1,147 | 2,311 | 1,076 | 2,296 | -0,014 | -0,118 |
| D03IE | 4A  | 1237,0 | 611,0  | 1307,2 | 609,5  | 20,152 | 1,059 | 2,144 | 1,002 | 2,149 | -0,024 | -0,126 | 10   | 1,110 | 2,274 | 1,058 | 2,231 | -0,045 | -0,097 |
| D03SD | 4A  | 1275,2 | 616,6  | 1338,0 | 616,8  | 20,775 | 1,059 | 2,190 | 1,009 | 2,189 | -0,064 | -0,145 | 11   | 1,102 | 2,229 | 1,041 | 2,189 | -0,022 | -0,092 |
| D03SE | 4A  | 1251,2 | 605,4  | 1322,9 | 616,3  | 21,311 | 1,107 | 2,288 | 1,047 | 2,248 | -0,063 | -0,128 | 12   | 1,133 | 2,320 | 1,087 | 2,295 | -0,046 | -0,099 |
| D04ID | 4A  | 1235,9 | 622,2  | 1354,0 | 618,1  | 21,985 | 1,138 | 2,297 | 1,055 | 2,312 | -0,018 | -0,160 | 13   | 1,120 | 2,276 | 1,075 | 2,272 | -0,031 | -0,101 |
| D04IE | 4A  | 1253,5 | 615,1  | 1338,9 | 618,2  | 21,475 | 1,114 | 2,269 | 1,043 | 2,258 | -0,036 | -0,142 | 14   | 1,092 | 2,270 | 1,048 | 2,243 | -0,073 | -0,123 |
| D04SD | 4A  | 1277,0 | 614,9  | 1354,8 | 618,5  | 22,570 | 1,149 | 2,386 | 1,083 | 2,372 | -0,071 | -0,160 | 15   | 1,090 | 2,238 | 1,018 | 2,199 | -0,050 | -0,138 |
| D04SE | 4A  | 1230,3 | 616,5  | 1306,2 | 620,8  | 22,272 | 1,177 | 2,348 | 1,108 | 2,332 | 0,004  | -0,094 | 16   | 1,123 | 2,272 | 1,063 | 2,280 | -0,022 | -0,126 |
| D05ID | 4A  | 1260,6 | 609,2  | 1347,8 | 626,8  | 21,165 | 1,091 | 2,258 | 1,021 | 2,195 | -0,065 | -0,131 | 17   | 1,100 | 2,293 | 1,057 | 2,261 | -0,077 | -0,122 |
| 75IE  | 4A  | 1250,6 | 620,3  | 1316,3 | 623,9  | 22,727 | 1,181 | 2,382 | 1,122 | 2,368 | -0,016 | -0,099 | 18   | 1,087 | 2,216 | 1,032 | 2,207 | -0,038 | -0,122 |
| D05SD | 4A  | 1315,5 | 624,4  | 1317,4 | 620,4  | 22,959 | 1,134 | 2,390 | 1,133 | 2,405 | -0,097 | -0,110 | 19   | 1,093 | 2,272 | 1,032 | 2,249 | -0,072 | -0,132 |
| D05SE | 4A  | 1226,5 | 615,7  | 1311,1 | 620,6  | 22,558 | 1,195 | 2,381 | 1,118 | 2,363 | 0,008  | -0,101 | 20   | 1,117 | 2,279 | 1,064 | 2,242 | -0,037 | -0,097 |
| D06ID | 4A  | 1282,3 | 624,2  | 1347,7 | 629,7  | 21,384 | 1,084 | 2,227 | 1,031 | 2,207 | -0,052 | -0,123 |      |       |       |       |       |        |        |
| D06IE | 4A  | 1250,6 | 622,8  | 1349,3 | 625,6  | 22,109 | 1,149 | 2,307 | 1,065 | 2,297 | -0,008 | -0,136 |      | 1,106 | 2,264 | 1,048 | 2,245 | -0,045 | -0,124 |
| D06SD | 4A  | 1312,0 | 628,3  | 1358,6 | 630,5  | 21,135 | 1,047 | 2,186 | 1,011 | 2,179 | -0,081 | -0,134 |      | 0,027 | 0,045 | 0,029 | 0,044 | 0,021  | 0,023  |
| D06SE | 4A  | 1294,1 | 622,9  | 1337,2 | 631,1  | 21,192 | 1,064 | 2,211 | 1,030 | 2,183 | -0,072 | -0,106 |      |       |       |       |       |        |        |
| D07ID | 4A  | 1290,5 | 627,4  | 1376,0 | 631,9  | 22,209 | 1,119 | 2,301 | 1,049 | 2,285 | -0,054 | -0,151 |      |       |       |       |       |        |        |
| D07IE | 4A  | 1276,9 | 626,3  | 1351,7 | 632,4  | 22,666 | 1,154 | 2,352 | 1,090 | 2,330 | -0,037 | -0,121 |      |       |       |       |       |        |        |
| D07SD | 4A  | 1290,8 | 620,6  | 1358,1 | 638,7  | 21,727 | 1,094 | 2,276 | 1,040 | 2,211 | -0,074 | -0,112 |      |       |       |       |       |        |        |
| D07SE | 4A  | 1286,3 | 629,9  | 1344,2 | 629,0  | 22,158 | 1,120 | 2,287 | 1,071 | 2,290 | -0,040 | -0,121 |      |       |       |       |       |        |        |
| D08ID | 4A  | 1263,0 | 633,3  | 1363,9 | 638,0  | 20,368 | 1,048 | 2,090 | 0,971 | 2,075 | 0,006  | -0,121 |      |       |       |       |       |        |        |
| D08IE | 4A  | 1261,6 | 635,9  | 1369,5 | 632,7  | 22,197 | 1,144 | 2,269 | 1,054 | 2,280 | 0,016  | -0,141 |      |       |       |       |       |        |        |
| D08SD | 4A  | 1290,3 | 633,6  | 1362,9 | 636,3  | 22,497 | 1,133 | 2,308 | 1,073 | 2,298 | -0,035 | -0,124 |      |       |       |       |       |        |        |
| D08SE | 4A  | 1271,2 | 634,1  | 1358,6 | 639,4  | 21,587 | 1,104 | 2,213 | 1,033 | 2,194 | -0,005 | -0,111 |      |       |       |       |       |        |        |
| D09ID | 4A  | 1258,1 | 621,5  | 1377,0 | 637,6  | 22,408 | 1,158 | 2,344 | 1,058 | 2,284 | -0,024 | -0,138 |      |       |       |       |       |        |        |
| D09IE | 4A  | 1252,0 | 627,0  | 1351,4 | 625,9  | 22,229 | 1,154 | 2,304 | 1,069 | 2,308 | 0,003  | -0,137 |      |       |       |       |       |        |        |
| D09SD | 4A  | 1285,8 | 638,6  | 1364,6 | 637,4  | 22,472 | 1,136 | 2,287 | 1,070 | 2,292 | -0,013 | -0,123 |      |       |       |       |       |        |        |
| D09SE | 4A  | 1294,3 | 639,9  | 1334,6 | 642,4  | 22,740 | 1,142 | 2,310 | 1,107 | 2,301 | -0,022 | -0,072 |      |       |       |       |       |        |        |
| D10ID | 4A  | 1316,8 | 623,1  | 1407,5 | 644,6  | 22,261 | 1,099 | 2,322 | 1,028 | 2,245 | -0,102 | -0,155 |      |       |       |       |       |        |        |
| D10IE | 4A  | 1301,9 | 637,0  | 1356,9 | 647,2  | 21,435 | 1,070 | 2,187 | 1,027 | 2,153 | -0,042 | -0,088 |      |       |       |       |       |        |        |
| D10SD | 4A  | 1298,6 | 642,7  | 1348,3 | 646,8  | 22,488 | 1,126 | 2,274 | 1,084 | 2,260 | -0,020 | -0,078 |      |       |       |       |       |        |        |
| D10SE | 4A  | 1282,4 | 635,7  | 1343,3 | 649,1  | 22,623 | 1,147 | 2,313 | 1,095 | 2,265 | -0,017 | -0,065 |      |       |       |       |       |        |        |
| D11ID | 4A  | 1259,6 | 622,63 | 1381,8 | 642,63 | 21,343 | 1,101 | 2,228 | 1,004 | 2,159 | -0,023 | -0,131 |      |       |       |       |       |        |        |
| D11IE | 4A  | 1266,5 | 643,14 | 1355,1 | 645,65 | 21,247 | 1,090 | 2,147 | 1,019 | 2,139 | 0,032  | -0,090 |      |       |       |       |       |        |        |
| D11SD | 4A  | 1297,4 | 636,87 | 1360,3 | 643,12 | 23,104 | 1,157 | 2,358 | 1,104 | 2,335 | -0,036 | -0,103 |      |       |       |       |       |        |        |
| D11SE | 4A  | 1306,4 | 632,86 | 1331,2 | 650,69 | 21,269 | 1,058 | 2,185 | 1,039 | 2,125 | -0,060 | -0,044 |      |       |       |       |       |        |        |
| D12ID | 4A  | 1286,2 | 628,20 | 1341,8 | 624,41 | 22,262 | 1,125 | 2,303 | 1,078 | 2,317 | -0,045 | -0,130 |      |       |       |       |       |        |        |
| D12IE | 4A  | 1254,4 | 612,74 | 1331,8 | 646,10 | 22,682 | 1,175 | 2,406 | 1,107 | 2,282 | -0,045 | -0,058 |      |       |       |       |       |        |        |
| D12SD | 4A  | 1288,3 | 630,23 | 1328,3 | 624,58 | 22,418 | 1,131 | 2,312 | 1,097 | 2,333 | -0,042 | -0,112 |      |       |       |       |       |        |        |
| D12SE | 4A  | 1294,8 | 630,10 | 1333,7 | 633,38 | 21,900 | 1,099 | 2,259 | 1,067 | 2,247 | -0,052 | -0,096 |      |       |       |       |       |        |        |
| D13ID | 4A  | 1284,4 | 630,99 | 1355,3 | 625,29 | 22,749 | 1,151 | 2,343 | 1,091 | 2,365 | -0,034 | -0,143 |      |       |       |       |       |        |        |
| D13IE | 4A  | 1271,9 | 630,09 | 1331,1 | 635,45 | 22,083 | 1,128 | 2,278 | 1,078 | 2,259 | -0,018 | -0,086 |      |       |       |       |       |        |        |
| D13SD | 4A  | 1275,8 | 634,13 | 1320,3 | 629,23 | 21,352 | 1,088 | 2,189 | 1,051 | 2,206 | -0,012 | -0,089 |      |       |       |       |       |        |        |
| D13SE | 4A  | 1291,0 | 626,09 | 1330,1 | 635,98 | 22,093 | 1,112 | 2,294 | 1,080 | 2,258 | -0,058 | -0,084 |      |       |       |       |       |        |        |
| D14ID | 4A  | 1298,1 | 623,32 | 1394,9 | 635,67 | 22,269 | 1,115 | 2,322 | 1,038 | 2,277 | -0,076 | -0,163 |      |       |       |       |       |        |        |
| D14IE | 4A  | 1297,2 | 625,91 | 1352,3 | 636,02 | 21,198 | 1,062 | 2,201 | 1,019 | 2,166 | -0,068 | -0,112 |      |       |       |       |       |        |        |
| D14SD | 4A  | 1307,9 | 635,87 | 1346,7 | 635,56 | 22,893 | 1,138 | 2,340 | 1,105 | 2,341 | -0,054 | -0,106 |      |       |       |       |       |        |        |
| D14SE | 4A  | 1320,6 | 627,66 | 1353,2 | 636,77 | 21,412 | 1,054 | 2,217 | 1,029 | 2,186 | -0,094 | -0,111 |      |       |       |       |       |        |        |
| D15ID | 4A  | 1294,8 | 626,51 | 1396,4 | 639,91 | 22,194 | 1,114 | 2,303 | 1,033 | 2,254 | -0,063 | -0,154 |      |       |       |       |       |        |        |
| D15IE | 4A  | 1278,5 | 627,48 | 1379,7 | 639,18 | 21,919 | 1,114 | 2,271 | 1,033 | 2,229 | -0,036 | -0,137 |      |       |       |       |       |        |        |
| D15SD | 4A  | 1298,7 | 635,57 | 1378,7 | 636,61 | 20,776 | 1,040 | 2,125 | 0,979 | 2,121 | -0,042 | -0,142 |      |       |       |       |       |        |        |
| D15SE | 4A  | 1298,7 | 628,84 | 1381,2 | 646,78 | 21,795 | 1,091 | 2,253 | 1,026 | 2,190 | -0,061 | -0,119 |      |       |       |       |       |        |        |

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

| POLY  |     |        |        |        |        |        |       |       |       |       |        |        | LW1X | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTA   | DELTA   | LW1X   | LW2X | LW1Y | LW2Y | DELTAWX | DELTAWY |
|-------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|-------|-------|-------|---------|---------|--------|------|------|------|---------|---------|
| DIE   | POS | R1X    | R2X    | R1Y    | R2Y    | RS     | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTA  | DELTA  | LW1X | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTAWX | DELTAWY | LW1X   | LW2X | LW1Y | LW2Y | DELTAWX | DELTAWY |
| D16ID | 4A  | 1321,5 | 642,19 | 1400,1 | 635,48 | 21,969 | 1,081 | 2,224 | 1,020 | 2,247 | -0,055 | -0,169 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D16IE | 4A  | 1317,5 | 644,30 | 1390,8 | 656,47 | 22,492 | 1,110 | 2,269 | 1,051 | 2,227 | -0,043 | -0,106 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D16SD | 4A  | 1314,4 | 651,21 | 1382,6 | 647,46 | 23,452 | 1,160 | 2,341 | 1,103 | 2,354 | -0,018 | -0,119 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D16SE | 4A  | 1293,4 | 655,26 | 1367,2 | 644,15 | 22,714 | 1,141 | 2,253 | 1,080 | 2,292 | 0,027  | -0,109 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D17ID | 4A  | 1317,3 | 622,94 | 1362,3 | 631,07 | 21,278 | 1,050 | 2,220 | 1,015 | 2,192 | -0,103 | -0,137 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D17IE | 4A  | 1304,7 | 631,37 | 1375,3 | 654,77 | 22,487 | 1,120 | 2,315 | 1,063 | 2,232 | -0,062 | -0,091 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D17SD | 4A  | 1322,7 | 629,48 | 1373,3 | 641,31 | 23,313 | 1,146 | 2,407 | 1,103 | 2,363 | -0,092 | -0,124 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D17SE | 4A  | 1327,8 | 646,22 | 1376,5 | 638,73 | 22,179 | 1,086 | 2,231 | 1,047 | 2,257 | -0,052 | -0,134 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D18ID | 4A  | 1280,5 | 625,20 | 1373,0 | 624,62 | 21,071 | 1,070 | 2,191 | 0,998 | 2,193 | -0,046 | -0,165 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D18IE | 4A  | 1283,7 | 627,68 | 1373,2 | 641,11 | 22,080 | 1,118 | 2,286 | 1,045 | 2,239 | -0,043 | -0,124 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D18SD | 4A  | 1301,6 | 640,81 | 1354,5 | 637,68 | 21,477 | 1,073 | 2,179 | 1,030 | 2,189 | -0,030 | -0,111 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D18SE | 4A  | 1293,6 | 636,49 | 1333,1 | 636,52 | 21,621 | 1,086 | 2,208 | 1,054 | 2,208 | -0,031 | -0,086 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D19ID | 4A  | 1326,2 | 629,57 | 1413,4 | 648,91 | 22,028 | 1,080 | 2,274 | 1,013 | 2,207 | -0,096 | -0,151 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D19IE | 4A  | 1288,4 | 625,50 | 1379,1 | 636,67 | 20,922 | 1,056 | 2,174 | 0,986 | 2,136 | -0,056 | -0,142 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D19SD | 4A  | 1345,1 | 638,55 | 1361,7 | 629,82 | 23,171 | 1,120 | 2,359 | 1,106 | 2,391 | -0,096 | -0,139 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D19SE | 4A  | 1289,0 | 632,15 | 1408,1 | 636,83 | 22,174 | 1,118 | 2,280 | 1,024 | 2,263 | -0,038 | -0,174 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D20ID | 4A  | 1291,9 | 638,32 | 1390,0 | 645,47 | 22,651 | 1,140 | 2,306 | 1,059 | 2,281 | -0,023 | -0,133 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D20IE | 4A  | 1297,4 | 632,45 | 1368,0 | 642,03 | 22,039 | 1,104 | 2,265 | 1,047 | 2,231 | -0,049 | -0,116 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D20SD | 4A  | 1354,2 | 639,57 | 1354,7 | 649,89 | 22,390 | 1,075 | 2,275 | 1,074 | 2,239 | -0,105 | -0,078 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D20SE | 4A  | 1264,0 | 640,65 | 1353,3 | 655,51 | 22,348 | 1,149 | 2,267 | 1,073 | 2,216 | 0,028  | -0,061 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D01ID | 5A  | 1310,6 | 628,1  | 1225,0 | 585,5  | 21,877 | 1,085 | 2,264 | 1,161 | 2,429 | -0,080 | -0,084 | 1    | 1,040 | 2,203 | 1,104 | 2,342   | -0,105  | -0,108 |      |      |      |         |         |
| D01IE | 5A  | 1345,4 | 615,6  | 1276,5 | 596,2  | 20,216 | 0,977 | 2,135 | 1,029 | 2,204 | -0,156 | -0,124 | 2    | 1,096 | 2,261 | 1,157 | 2,357   | -0,059  | -0,035 |      |      |      |         |         |
| D01SD | 5A  | 1304,1 | 634,1  | 1203,6 | 583,3  | 20,655 | 1,029 | 2,117 | 1,115 | 2,302 | -0,054 | -0,060 | 3    | 1,078 | 2,236 | 1,136 | 2,336   | -0,070  | -0,052 |      |      |      |         |         |
| D01SE | 5A  | 1330,1 | 619,1  | 1281,8 | 583,8  | 21,873 | 1,069 | 2,296 | 1,109 | 2,435 | -0,129 | -0,164 | 4    | 1,093 | 2,229 | 1,138 | 2,362   | -0,038  | -0,071 |      |      |      |         |         |
| D02ID | 5A  | 1323,6 | 626,1  | 1210,1 | 609,3  | 21,157 | 1,039 | 2,196 | 1,136 | 2,257 | -0,102 | 0,014  | 5    | 1,116 | 2,284 | 1,151 | 2,376   | -0,044  | -0,060 |      |      |      |         |         |
| D02IE | 5A  | 1290,9 | 632,8  | 1225,2 | 606,6  | 22,156 | 1,116 | 2,276 | 1,175 | 2,374 | -0,038 | -0,019 | 6    | 1,061 | 2,202 | 1,122 | 2,290   | -0,067  | -0,039 |      |      |      |         |         |
| D02SD | 5A  | 1290,7 | 636,2  | 1235,8 | 598,7  | 22,461 | 1,131 | 2,295 | 1,181 | 2,439 | -0,028 | -0,060 | 7    | 1,071 | 2,227 | 1,118 | 2,329   | -0,072  | -0,076 |      |      |      |         |         |
| D02SE | 5A  | 1290,4 | 623,4  | 1252,9 | 601,7  | 21,839 | 1,100 | 2,277 | 1,133 | 2,359 | -0,065 | -0,076 | 8    | 1,094 | 2,244 | 1,153 | 2,360   | -0,047  | -0,044 |      |      |      |         |         |
| D03ID | 5A  | 1283,6 | 623,6  | 1215,1 | 594,8  | 21,737 | 1,101 | 2,266 | 1,163 | 2,375 | -0,055 | -0,041 | 9    | 1,114 | 2,288 | 1,157 | 2,374   | -0,050  | -0,048 |      |      |      |         |         |
| D03IE | 5A  | 1297,4 | 621,4  | 1240,8 | 598,8  | 20,676 | 1,036 | 2,163 | 1,083 | 2,244 | -0,081 | -0,067 | 10   | 1,064 | 2,210 | 1,107 | 2,275   | -0,071  | -0,052 |      |      |      |         |         |
| D03SD | 5A  | 1286,6 | 622,1  | 1198,2 | 597,3  | 21,189 | 1,070 | 2,214 | 1,149 | 2,306 | -0,064 | -0,006 | 11   | 1,098 | 2,266 | 1,159 | 2,357   | -0,060  | -0,033 |      |      |      |         |         |
| D03SE | 5A  | 1277,6 | 612,6  | 1226,9 | 583,3  | 21,711 | 1,105 | 2,304 | 1,150 | 2,419 | -0,079 | -0,094 | 12   | 1,086 | 2,202 | 1,145 | 2,321   | -0,027  | -0,027 |      |      |      |         |         |
| D04ID | 5A  | 1305,2 | 629,3  | 1243,1 | 601,1  | 20,933 | 1,042 | 2,162 | 1,095 | 2,264 | -0,069 | -0,064 | 13   | 1,063 | 2,208 | 1,128 | 2,296   | -0,071  | -0,035 |      |      |      |         |         |
| D04IE | 5A  | 1295,8 | 635,2  | 1250,8 | 603,6  | 22,380 | 1,123 | 2,290 | 1,163 | 2,410 | -0,038 | -0,067 | 14   | 1,096 | 2,235 | 1,143 | 2,353   | -0,037  | -0,055 |      |      |      |         |         |
| D04SD | 5A  | 1285,1 | 639,4  | 1232,3 | 590,1  | 22,674 | 1,147 | 2,305 | 1,196 | 2,498 | -0,010 | -0,081 | 15   | 1,100 | 2,280 | 1,153 | 2,365   | -0,067  | -0,049 |      |      |      |         |         |
| D04SE | 5A  | 1297,7 | 636,8  | 1252,9 | 603,5  | 21,145 | 1,059 | 2,158 | 1,097 | 2,277 | -0,036 | -0,071 | 16   | 1,098 | 2,264 | 1,156 | 2,352   | -0,057  | -0,033 |      |      |      |         |         |
| D05ID | 5A  | 1307,9 | 628,4  | 1253,0 | 606,7  | 22,627 | 1,125 | 2,340 | 1,174 | 2,424 | -0,075 | -0,061 | 17   | 1,070 | 2,194 | 1,120 | 2,281   | -0,046  | -0,034 |      |      |      |         |         |
| D05IE | 5A  | 1313,5 | 631,9  | 1262,1 | 611,5  | 22,046 | 1,091 | 2,268 | 1,135 | 2,343 | -0,073 | -0,060 | 18   | 1,117 | 2,277 | 1,151 | 2,360   | -0,036  | -0,048 |      |      |      |         |         |
| D05SD | 5A  | 1267,5 | 629,0  | 1232,9 | 607,5  | 22,012 | 1,129 | 2,275 | 1,160 | 2,355 | -0,015 | -0,029 | 19   | 1,078 | 2,256 | 1,147 | 2,333   | -0,084  | -0,032 |      |      |      |         |         |
| D05SE | 5A  | 1284,4 | 637,4  | 1267,7 | 603,4  | 22,106 | 1,119 | 2,254 | 1,133 | 2,381 | -0,015 | -0,092 | 20   | 1,099 | 2,265 | 1,159 | 2,326   | -0,057  | -0,006 |      |      |      |         |         |
| D06ID | 5A  | 1336,3 | 632,8  | 1254,3 | 607,6  | 22,662 | 1,102 | 2,328 | 1,174 | 2,424 | -0,100 | -0,060 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D06IE | 5A  | 1311,2 | 629,9  | 1229,4 | 615,8  | 20,353 | 1,009 | 2,100 | 1,076 | 2,148 | -0,075 | 0,004  |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D06SD | 5A  | 1283,0 | 644,1  | 1237,9 | 596,1  | 20,625 | 1,045 | 2,081 | 1,083 | 2,249 | 0,008  | -0,071 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D06SE | 5A  | 1336,8 | 633,2  | 1262,6 | 622,9  | 22,391 | 1,089 | 2,299 | 1,153 | 2,337 | -0,100 | -0,026 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D07ID | 5A  | 1333,4 | 629,5  | 1259,8 | 603,8  | 22,002 | 1,073 | 2,272 | 1,136 | 2,369 | -0,106 | -0,078 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D07IE | 5A  | 1355,2 | 638,8  | 1269,9 | 606,8  | 21,081 | 1,011 | 2,145 | 1,079 | 2,258 | -0,108 | -0,085 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D07SD | 5A  | 1277,2 | 643,9  | 1260,1 | 602,5  | 22,422 | 1,141 | 2,263 | 1,157 | 2,419 | 0,017  | -0,084 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D07SE | 5A  | 1323,3 | 629,6  | 1273,0 | 617,6  | 21,588 | 1,060 | 2,229 | 1,102 | 2,272 | -0,092 | -0,058 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D08ID | 5A  | 1316,1 | 654,4  | 1242,3 | 608,7  | 22,094 | 1,091 | 2,194 | 1,156 | 2,359 | -0,011 | -0,039 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D08IE | 5A  | 1381,4 | 642,1  | 1284,1 | 629,7  | 22,318 | 1,050 | 2,259 | 1,130 | 2,304 | -0,131 | -0,038 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D08SD | 5A  | 1282,8 | 643,3  | 1235,7 | 606,1  | 22,761 | 1,153 | 2,300 | 1,197 | 2,441 | 0,006  | -0,037 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D08SE | 5A  | 1334,4 | 649,1  | 1276,1 | 617,5  | 22,201 | 1,081 | 2,223 | 1,131 | 2,337 | -0,053 | -0,062 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D09ID | 5A  | 1324,5 | 640,6  | 1266,9 | 622,3  | 22,536 | 1,106 | 2,287 | 1,156 | 2,354 | -0,063 | -0,035 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D09IE | 5A  | 1344,5 | 657,0  | 1266,0 | 623,1  | 22,897 | 1,107 | 2,265 | 1,176 | 2,388 | -0,044 | -0,031 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |
| D09SD | 5A  | 1298,0 | 648,0  | 1277,9 | 611,2  | 22,330 | 1,118 | 2,240 | 1,136 | 2,375 | -0,003 | -0,083 |      |       |       |       |         |         |        |      |      |      |         |         |

MEIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

| POLY  |     |        |        |        |        |        |       |       |       |       |        |        |      |       |       |       |       |        |       |
|-------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| DIE   | POS | R1X    | R2X    | R1Y    | R2Y    | RS     | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA  | DELTA  | LM1X | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA | DELTA  |       |
| D09SE | 5A  | 1322,6 | 631,1  | 1281,0 | 626,2  | 22,902 | 1,126 | 2,359 | 1,162 | 2,377 | -0,087 | -0,044 |      |       |       |       |       |        |       |
| D10ID | 5A  | 1353,1 | 631,8  | 1271,7 | 619,3  | 19,884 | 0,955 | 2,046 | 1,016 | 2,087 | -0,124 | -0,051 |      |       |       |       |       |        |       |
| D10IE | 5A  | 1355,9 | 645,4  | 1293,9 | 635,6  | 22,478 | 1,078 | 2,264 | 1,129 | 2,279 | -0,092 | -0,034 |      |       |       |       |       |        |       |
| D10SD | 5A  | 1284,7 | 649,2  | 1274,8 | 611,7  | 22,783 | 1,153 | 2,281 | 1,162 | 2,421 | 0,022  | -0,078 |      |       |       |       |       |        |       |
| D10SE | 5A  | 1335,0 | 635,6  | 1276,1 | 623,0  | 21,997 | 1,071 | 2,249 | 1,120 | 2,295 | -0,091 | -0,046 |      |       |       |       |       |        |       |
| D11ID | 5A  | 1340,7 | 644,25 | 1257,4 | 619,13 | 21,899 | 1,062 | 2,209 | 1,132 | 2,299 | -0,075 | -0,036 |      |       |       |       |       |        |       |
| D11IE | 5A  | 1328,9 | 647,47 | 1269,1 | 630,66 | 22,565 | 1,104 | 2,265 | 1,156 | 2,326 | -0,050 | -0,012 |      |       |       |       |       |        |       |
| D11SD | 5A  | 1319,6 | 650,06 | 1250,4 | 617,35 | 23,420 | 1,154 | 2,342 | 1,217 | 2,466 | -0,029 | -0,025 |      |       |       |       |       |        |       |
| D11SE | 5A  | 1351,9 | 646,14 | 1285,5 | 620,61 | 22,333 | 1,074 | 2,247 | 1,129 | 2,339 | -0,084 | -0,067 |      |       |       |       |       |        |       |
| D12ID | 5A  | 1307,3 | 632,45 | 1237,9 | 601,81 | 21,329 | 1,060 | 2,192 | 1,120 | 2,304 | -0,063 | -0,054 |      |       |       |       |       |        |       |
| D12IE | 5A  | 1335,9 | 652,49 | 1268,7 | 619,72 | 21,882 | 1,065 | 2,180 | 1,121 | 2,295 | -0,045 | -0,045 |      |       |       |       |       |        |       |
| D12SD | 5A  | 1263,8 | 642,22 | 1223,4 | 608,22 | 22,652 | 1,165 | 2,293 | 1,203 | 2,421 | 0,033  | -0,011 |      |       |       |       |       |        |       |
| D12SE | 5A  | 1336,6 | 657,63 | 1243,9 | 622,59 | 21,696 | 1,055 | 2,144 | 1,134 | 2,265 | -0,031 | 0,002  |      |       |       |       |       |        |       |
| D13ID | 5A  | 1357,2 | 633,75 | 1220,6 | 604,36 | 20,879 | 1,000 | 2,141 | 1,112 | 2,246 | -0,124 | -0,019 |      |       |       |       |       |        |       |
| D13IE | 5A  | 1325,8 | 648,48 | 1264,5 | 625,56 | 22,982 | 1,127 | 2,304 | 1,181 | 2,388 | -0,043 | -0,021 |      |       |       |       |       |        |       |
| D13SD | 5A  | 1287,2 | 638,95 | 1232,2 | 605,50 | 20,718 | 1,046 | 2,108 | 1,093 | 2,224 | -0,014 | -0,034 |      |       |       |       |       |        |       |
| D13SE | 5A  | 1334,5 | 631,32 | 1280,0 | 618,24 | 22,135 | 1,078 | 2,279 | 1,124 | 2,327 | -0,102 | -0,066 |      |       |       |       |       |        |       |
| D14ID | 5A  | 1334,5 | 648,88 | 1238,6 | 609,68 | 22,552 | 1,098 | 2,259 | 1,183 | 2,404 | -0,054 | -0,031 |      |       |       |       |       |        |       |
| D14IE | 5A  | 1333,3 | 637,11 | 1289,6 | 626,16 | 21,841 | 1,065 | 2,228 | 1,101 | 2,267 | -0,085 | -0,056 |      |       |       |       |       |        |       |
| D14SD | 5A  | 1304,5 | 662,08 | 1249,3 | 606,67 | 22,931 | 1,143 | 2,251 | 1,193 | 2,457 | 0,031  | -0,056 |      |       |       |       |       |        |       |
| D14SE | 5A  | 1319,7 | 646,54 | 1300,1 | 623,79 | 21,900 | 1,079 | 2,202 | 1,095 | 2,282 | -0,039 | -0,078 |      |       |       |       |       |        |       |
| D15ID | 5A  | 1321,7 | 632,67 | 1272,0 | 620,04 | 23,452 | 1,153 | 2,409 | 1,198 | 2,458 | -0,082 | -0,049 |      |       |       |       |       |        |       |
| D15IE | 5A  | 1363,3 | 644,74 | 1303,9 | 629,22 | 21,311 | 1,016 | 2,148 | 1,062 | 2,201 | -0,103 | -0,067 |      |       |       |       |       |        |       |
| D15SD | 5A  | 1300,8 | 654,97 | 1251,8 | 603,67 | 22,721 | 1,135 | 2,255 | 1,180 | 2,446 | 0,014  | -0,069 |      |       |       |       |       |        |       |
| D15SE | 5A  | 1344,6 | 638,14 | 1257,8 | 625,06 | 22,635 | 1,094 | 2,306 | 1,170 | 2,354 | -0,097 | -0,012 |      |       |       |       |       |        |       |
| D16ID | 5A  | 1326,1 | 635,06 | 1254,9 | 614,10 | 22,149 | 1,086 | 2,267 | 1,147 | 2,344 | -0,081 | -0,042 |      |       |       |       |       |        |       |
| D16IE | 5A  | 1358,7 | 658,90 | 1300,4 | 636,07 | 22,985 | 1,100 | 2,267 | 1,149 | 2,349 | -0,058 | -0,043 |      |       |       |       |       |        |       |
| D16SD | 5A  | 1300,6 | 655,65 | 1240,0 | 612,22 | 23,066 | 1,153 | 2,287 | 1,209 | 2,449 | 0,017  | -0,025 |      |       |       |       |       |        |       |
| D16SE | 5A  | 1368,2 | 645,39 | 1288,1 | 636,40 | 22,193 | 1,054 | 2,235 | 1,120 | 2,267 | -0,107 | -0,024 |      |       |       |       |       |        |       |
| D17ID | 5A  | 1325,8 | 639,44 | 1250,8 | 611,96 | 21,090 | 1,034 | 2,144 | 1,096 | 2,240 | -0,068 | -0,042 |      |       |       |       |       |        |       |
| D17IE | 5A  | 1340,7 | 633,35 | 1276,1 | 638,94 | 20,791 | 1,008 | 2,134 | 1,059 | 2,115 | -0,105 | 0,003  |      |       |       |       |       |        |       |
| D17SD | 5A  | 1310,2 | 672,48 | 1241,5 | 618,64 | 22,576 | 1,120 | 2,182 | 1,182 | 2,372 | 0,055  | -0,007 |      |       |       |       |       |        |       |
| D17SE | 5A  | 1334,9 | 645,09 | 1309,7 | 623,43 | 22,996 | 1,120 | 2,317 | 1,141 | 2,398 | -0,065 | -0,092 |      |       |       |       |       |        |       |
| D18ID | 5A  | 1321,2 | 641,23 | 1267,1 | 616,55 | 22,273 | 1,096 | 2,258 | 1,143 | 2,348 | -0,057 | -0,052 |      |       |       |       |       |        |       |
| D18IE | 5A  | 1324,0 | 635,04 | 1301,4 | 622,35 | 22,858 | 1,122 | 2,340 | 1,142 | 2,387 | -0,078 | -0,083 |      |       |       |       |       |        |       |
| D18SD | 5A  | 1266,6 | 649,89 | 1259,6 | 609,66 | 22,462 | 1,153 | 2,247 | 1,159 | 2,395 | 0,054  | -0,062 |      |       |       |       |       |        |       |
| D18SE | 5A  | 1330,0 | 644,06 | 1258,0 | 630,65 | 22,425 | 1,096 | 2,263 | 1,159 | 2,311 | -0,061 | 0,005  |      |       |       |       |       |        |       |
| D19ID | 5A  | 1325,8 | 638,81 | 1254,7 | 625,85 | 22,558 | 1,106 | 2,295 | 1,169 | 2,343 | -0,070 | -0,005 |      |       |       |       |       |        |       |
| D19IE | 5A  | 1333,0 | 655,19 | 1297,6 | 642,48 | 22,996 | 1,121 | 2,281 | 1,152 | 2,327 | -0,033 | -0,019 |      |       |       |       |       |        |       |
| D19SD | 5A  | 1401,9 | 643,37 | 1254,6 | 609,14 | 23,393 | 1,085 | 2,363 | 1,212 | 2,496 | -0,152 | -0,056 |      |       |       |       |       |        |       |
| D19SE | 5A  | 1351,8 | 648,21 | 1280,4 | 624,08 | 20,787 | 0,999 | 2,084 | 1,055 | 2,165 | -0,079 | -0,049 |      |       |       |       |       |        |       |
| D20ID | 5A  | 1335,6 | 652,57 | 1244,2 | 630,81 | 22,094 | 1,075 | 2,201 | 1,154 | 2,277 | -0,045 | 0,028  |      |       |       |       |       |        |       |
| D20IE | 5A  | 1375,0 | 642,15 | 1293,2 | 642,55 | 23,096 | 1,092 | 2,338 | 1,161 | 2,336 | -0,124 | -0,012 |      |       |       |       |       |        |       |
| D20SD | 5A  | 1305,0 | 655,56 | 1263,3 | 626,94 | 23,324 | 1,162 | 2,313 | 1,200 | 2,418 | 0,009  | -0,015 |      |       |       |       |       |        |       |
| D20SE | 5A  | 1361,3 | 656,31 | 1292,5 | 638,27 | 22,309 | 1,065 | 2,209 | 1,122 | 2,272 | -0,069 | -0,024 |      |       |       |       |       |        |       |
| D01ID | 6A  | 623,4  | 314,7  | 605,1  | 310,3  | 20,619 | 2,150 | 4,259 | 2,215 | 4,319 | 0,039  | 0,105  | 1    | 2,123 | 4,241 | 2,201 | 4,283 | 0,007  | 0,115 |
| D01IE | 6A  | 620,7  | 316,6  | 603,6  | 307,1  | 20,273 | 2,123 | 4,162 | 2,183 | 4,291 | 0,082  | 0,072  | 2    | 2,105 | 4,173 | 2,189 | 4,210 | 0,037  | 0,167 |
| D01SD | 6A  | 627,5  | 315,2  | 599,3  | 312,5  | 20,431 | 2,116 | 4,213 | 2,216 | 4,250 | 0,019  | 0,179  | 3    | 2,165 | 4,337 | 2,276 | 4,411 | -0,007 | 0,132 |
| D01SE | 6A  | 631,4  | 306,5  | 606,5  | 310,9  | 20,426 | 2,103 | 4,332 | 2,189 | 4,270 | -0,113 | 0,104  | 4    | 2,140 | 4,209 | 2,224 | 4,239 | 0,069  | 0,208 |
| D02ID | 6A  | 626,2  | 317,9  | 601,6  | 312,7  | 19,832 | 2,059 | 4,055 | 2,143 | 4,122 | 0,062  | 0,165  | 5    | 2,179 | 4,346 | 2,241 | 4,340 | 0,012  | 0,135 |
| D02IE | 6A  | 640,8  | 317,2  | 608,4  | 316,0  | 20,058 | 2,035 | 4,110 | 2,143 | 4,126 | -0,040 | 0,161  | 6    | 2,150 | 4,263 | 2,239 | 4,279 | 0,036  | 0,195 |
| D02SD | 6A  | 626,3  | 321,3  | 609,8  | 316,0  | 20,341 | 2,111 | 4,115 | 2,168 | 4,184 | 0,107  | 0,151  | 7    | 2,129 | 4,205 | 2,225 | 4,237 | 0,052  | 0,212 |
| D02SE | 6A  | 620,0  | 311,3  | 596,0  | 311,5  | 21,124 | 2,215 | 4,411 | 2,304 | 4,408 | 0,017  | 0,190  | 8    | 2,162 | 4,265 | 2,227 | 4,285 | 0,056  | 0,165 |
| D03ID | 6A  | 639,3  | 316,3  | 608,0  | 314,1  | 20,996 | 2,135 | 4,315 | 2,245 | 4,345 | -0,041 | 0,137  | 9    | 2,188 | 4,294 | 2,290 | 4,315 | 0,080  | 0,261 |
| D03IE | 6A  | 628,8  | 315,7  | 599,8  | 312,3  | 20,875 | 2,158 | 4,298 | 2,262 | 4,345 | 0,017  | 0,173  | 10   | 2,148 | 4,298 | 2,237 | 4,285 | -0,001 | 0,184 |



MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

| DIE   | PDS | POLY  |        | R1Y   | R2Y    | RS     | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTA  | DELTA |    | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTAMX | DELTAMY |
|-------|-----|-------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|----|-------|-------|-------|-------|---------|---------|
|       |     | R1X   | R2X    |       |        |        |       |       |       |       |        |       |    |       |       |       |       |         |         |
| D03SD | 6A  | 626,2 | 317,6  | 601,3 | 308,0  | 21,268 | 2,208 | 4,353 | 2,299 | 4,488 | 0,058  | 0,100 | 11 | 2,187 | 4,300 | 2,280 | 4,297 | 0,069   | 0,260   |
| D03SE | 6A  | 638,4 | 314,2  | 599,4 | 308,4  | 21,195 | 2,158 | 4,385 | 2,298 | 4,467 | -0,062 | 0,120 | 12 | 2,192 | 4,294 | 2,274 | 4,320 | 0,086   | 0,223   |
| D04ID | 6A  | 630,0 | 317,2  | 614,0 | 317,7  | 20,713 | 2,137 | 4,244 | 2,193 | 4,238 | 0,028  | 0,144 | 13 | 2,188 | 4,309 | 2,273 | 4,321 | 0,064   | 0,220   |
| D04IE | 6A  | 629,5 | 320,9  | 597,5 | 321,4  | 21,492 | 2,219 | 4,353 | 2,338 | 4,347 | 0,080  | 0,328 | 14 | 2,144 | 4,208 | 2,213 | 4,217 | 0,078   | 0,210   |
| D04SD | 6A  | 635,3 | 323,0  | 604,1 | 317,7  | 21,169 | 2,166 | 4,260 | 2,278 | 4,331 | 0,069  | 0,219 | 15 | 2,220 | 4,325 | 2,298 | 4,387 | 0,108   | 0,199   |
| D04SE | 6A  | 620,8 | 318,0  | 605,3 | 313,0  | 19,458 | 2,037 | 3,977 | 2,089 | 4,041 | 0,100  | 0,142 | 16 | 2,181 | 4,282 | 2,244 | 4,287 | 0,077   | 0,197   |
| D05ID | 6A  | 651,8 | 323,2  | 622,4 | 320,0  | 22,019 | 2,196 | 4,428 | 2,299 | 4,473 | -0,033 | 0,116 | 17 | 2,174 | 4,281 | 2,257 | 4,247 | 0,066   | 0,268   |
| D05IE | 6A  | 629,2 | 319,8  | 622,9 | 324,9  | 21,675 | 2,239 | 4,405 | 2,262 | 4,336 | 0,067  | 0,181 | 18 | 2,153 | 4,253 | 2,224 | 4,201 | 0,052   | 0,249   |
| D05SD | 6A  | 634,6 | 322,3  | 625,5 | 320,8  | 20,901 | 2,141 | 4,215 | 2,172 | 4,235 | 0,064  | 0,106 | 19 | 2,160 | 4,296 | 2,278 | 4,282 | 0,023   | 0,275   |
| D05SE | 6A  | 640,1 | 315,9  | 614,0 | 317,3  | 21,066 | 2,139 | 4,334 | 2,230 | 4,315 | -0,051 | 0,139 | 20 | 2,139 | 4,215 | 2,233 | 4,204 | 0,061   | 0,265   |
| D06ID | 6A  | 640,8 | 324,9  | 620,8 | 322,5  | 21,311 | 2,162 | 4,264 | 2,231 | 4,295 | 0,057  | 0,162 |    |       |       |       |       |         |         |
| D06IE | 6A  | 638,4 | 325,9  | 608,0 | 321,8  | 21,355 | 2,174 | 4,259 | 2,283 | 4,313 | 0,086  | 0,249 |    | 2,161 | 4,270 | 2,246 | 4,282 | 0,051   | 0,207   |
| D06SD | 6A  | 639,2 | 322,8  | 619,2 | 320,1  | 20,835 | 2,119 | 4,195 | 2,187 | 4,231 | 0,040  | 0,140 |    | 0,027 | 0,047 | 0,030 | 0,056 | 0,031   | 0,046   |
| D06SE | 6A  | 646,4 | 320,1  | 615,6 | 324,3  | 21,337 | 2,146 | 4,333 | 2,253 | 4,277 | -0,038 | 0,227 |    |       |       |       |       |         |         |
| D07ID | 6A  | 646,2 | 329,3  | 614,1 | 323,6  | 20,799 | 2,092 | 4,105 | 2,201 | 4,178 | 0,078  | 0,228 |    |       |       |       |       |         |         |
| D07IE | 6A  | 655,5 | 330,8  | 618,4 | 327,7  | 21,914 | 2,173 | 4,306 | 2,303 | 4,347 | 0,038  | 0,255 |    |       |       |       |       |         |         |
| D07SD | 6A  | 638,5 | 324,8  | 617,3 | 322,5  | 21,274 | 2,166 | 4,257 | 2,240 | 4,288 | 0,071  | 0,188 |    |       |       |       |       |         |         |
| D07SE | 6A  | 648,0 | 325,6  | 627,1 | 326,8  | 20,804 | 2,087 | 4,153 | 2,156 | 4,138 | 0,020  | 0,176 |    |       |       |       |       |         |         |
| D08ID | 6A  | 648,4 | 329,1  | 633,2 | 324,9  | 20,845 | 2,090 | 4,117 | 2,140 | 4,170 | 0,061  | 0,108 |    |       |       |       |       |         |         |
| D08IE | 6A  | 650,6 | 329,1  | 634,9 | 328,0  | 21,120 | 2,110 | 4,171 | 2,162 | 4,185 | 0,047  | 0,138 |    |       |       |       |       |         |         |
| D08SD | 6A  | 643,2 | 327,9  | 618,4 | 324,7  | 21,908 | 2,214 | 4,343 | 2,303 | 4,386 | 0,080  | 0,211 |    |       |       |       |       |         |         |
| D08SE | 6A  | 644,3 | 324,9  | 624,1 | 327,1  | 22,130 | 2,233 | 4,427 | 2,305 | 4,397 | 0,034  | 0,203 |    |       |       |       |       |         |         |
| D09ID | 6A  | 651,6 | 332,3  | 625,3 | 328,4  | 21,627 | 2,157 | 4,230 | 2,248 | 4,281 | 0,081  | 0,212 |    |       |       |       |       |         |         |
| D09IE | 6A  | 651,6 | 330,4  | 620,8 | 329,5  | 21,891 | 2,184 | 4,307 | 2,292 | 4,318 | 0,057  | 0,262 |    |       |       |       |       |         |         |
| D09SD | 6A  | 644,0 | 331,6  | 610,3 | 327,4  | 21,745 | 2,195 | 4,262 | 2,316 | 4,317 | 0,123  | 0,315 |    |       |       |       |       |         |         |
| D09SE | 6A  | 646,8 | 327,9  | 623,0 | 330,1  | 22,069 | 2,218 | 4,375 | 2,303 | 4,346 | 0,056  | 0,254 |    |       |       |       |       |         |         |
| D10ID | 6A  | 666,8 | 330,1  | 635,1 | 328,6  | 21,429 | 2,089 | 4,220 | 2,193 | 4,239 | -0,039 | 0,144 |    |       |       |       |       |         |         |
| D10IE | 6A  | 658,5 | 332,4  | 637,8 | 330,5  | 21,808 | 2,153 | 4,264 | 2,222 | 4,289 | 0,039  | 0,151 |    |       |       |       |       |         |         |
| D10SD | 6A  | 659,5 | 330,5  | 630,4 | 330,9  | 21,885 | 2,157 | 4,304 | 2,256 | 4,299 | 0,009  | 0,210 |    |       |       |       |       |         |         |
| D10SE | 6A  | 658,1 | 328,0  | 635,1 | 334,9  | 22,225 | 2,195 | 4,404 | 2,275 | 4,314 | -0,013 | 0,231 |    |       |       |       |       |         |         |
| D11ID | 6A  | 651,2 | 328,74 | 624,6 | 329,03 | 21,673 | 2,163 | 4,285 | 2,255 | 4,281 | 0,039  | 0,227 |    |       |       |       |       |         |         |
| D11IE | 6A  | 640,4 | 331,54 | 621,8 | 331,25 | 22,427 | 2,276 | 4,397 | 2,344 | 4,401 | 0,147  | 0,280 |    |       |       |       |       |         |         |
| D11SD | 6A  | 651,6 | 328,13 | 614,5 | 327,76 | 21,222 | 2,117 | 4,204 | 2,245 | 4,209 | 0,029  | 0,286 |    |       |       |       |       |         |         |
| D11SE | 6A  | 653,0 | 331,49 | 628,6 | 332,60 | 21,999 | 2,190 | 4,314 | 2,275 | 4,299 | 0,062  | 0,248 |    |       |       |       |       |         |         |
| D12ID | 6A  | 643,7 | 325,34 | 616,8 | 319,44 | 21,544 | 2,175 | 4,304 | 2,271 | 4,384 | 0,044  | 0,149 |    |       |       |       |       |         |         |
| D12IE | 6A  | 636,0 | 331,31 | 612,5 | 325,17 | 21,893 | 2,238 | 4,295 | 2,323 | 4,376 | 0,175  | 0,263 |    |       |       |       |       |         |         |
| D12SD | 6A  | 638,8 | 325,64 | 612,5 | 325,20 | 21,312 | 2,169 | 4,254 | 2,262 | 4,260 | 0,080  | 0,264 |    |       |       |       |       |         |         |
| D12SE | 6A  | 642,1 | 324,53 | 626,3 | 329,24 | 21,583 | 2,185 | 4,323 | 2,240 | 4,261 | 0,044  | 0,217 |    |       |       |       |       |         |         |
| D13ID | 6A  | 653,5 | 327,72 | 615,4 | 325,40 | 21,751 | 2,164 | 4,314 | 2,297 | 4,345 | 0,012  | 0,244 |    |       |       |       |       |         |         |
| D13IE | 6A  | 642,7 | 329,40 | 622,2 | 329,15 | 22,376 | 2,263 | 4,415 | 2,337 | 4,419 | 0,103  | 0,246 |    |       |       |       |       |         |         |
| D13SD | 6A  | 633,9 | 325,10 | 616,6 | 324,34 | 20,967 | 2,150 | 4,192 | 2,210 | 4,202 | 0,106  | 0,220 |    |       |       |       |       |         |         |
| D13SE | 6A  | 643,7 | 324,59 | 623,5 | 324,40 | 21,555 | 2,176 | 4,316 | 2,247 | 4,319 | 0,034  | 0,169 |    |       |       |       |       |         |         |
| D14ID | 6A  | 647,4 | 324,05 | 615,7 | 329,45 | 21,269 | 2,135 | 4,266 | 2,246 | 4,196 | 0,004  | 0,302 |    |       |       |       |       |         |         |
| D14IE | 6A  | 651,1 | 332,69 | 626,6 | 331,12 | 21,699 | 2,166 | 4,239 | 2,251 | 4,259 | 0,090  | 0,241 |    |       |       |       |       |         |         |
| D14SD | 6A  | 648,0 | 337,21 | 635,7 | 327,38 | 21,667 | 2,173 | 4,176 | 2,215 | 4,302 | 0,170  | 0,124 |    |       |       |       |       |         |         |
| D14SE | 6A  | 638,7 | 323,15 | 626,0 | 326,13 | 20,629 | 2,099 | 4,149 | 2,142 | 4,111 | 0,048  | 0,175 |    |       |       |       |       |         |         |
| D15ID | 6A  | 653,8 | 336,15 | 624,7 | 329,52 | 22,006 | 2,188 | 4,255 | 2,290 | 4,341 | 0,117  | 0,233 |    |       |       |       |       |         |         |
| D15IE | 6A  | 653,8 | 329,63 | 627,8 | 327,86 | 21,982 | 2,186 | 4,335 | 2,276 | 4,358 | 0,034  | 0,186 |    |       |       |       |       |         |         |
| D15SD | 6A  | 638,7 | 334,19 | 623,9 | 330,18 | 22,910 | 2,332 | 4,456 | 2,387 | 4,510 | 0,195  | 0,249 |    |       |       |       |       |         |         |
| D15SE | 6A  | 654,6 | 334,31 | 635,4 | 327,72 | 21,887 | 2,173 | 4,255 | 2,239 | 4,341 | 0,088  | 0,130 |    |       |       |       |       |         |         |
| D16ID | 6A  | 661,7 | 334,43 | 632,8 | 330,81 | 21,619 | 2,124 | 4,202 | 2,221 | 4,248 | 0,043  | 0,191 |    |       |       |       |       |         |         |
| D16IE | 6A  | 662,9 | 334,43 | 639,8 | 335,32 | 22,183 | 2,175 | 4,312 | 2,254 | 4,300 | 0,036  | 0,202 |    |       |       |       |       |         |         |
| D16SD | 6A  | 646,5 | 336,26 | 637,7 | 334,19 | 21,842 | 2,196 | 4,222 | 2,226 | 4,248 | 0,167  | 0,202 |    |       |       |       |       |         |         |
| D16SE | 6A  | 643,2 | 326,39 | 630,3 | 329,49 | 22,062 | 2,230 | 4,394 | 2,275 | 4,352 | 0,061  | 0,191 |    |       |       |       |       |         |         |
| D17ID | 6A  | 653,8 | 331,66 | 626,3 | 332,99 | 21,591 | 2,147 | 4,231 | 2,241 | 4,215 | 0,059  | 0,271 |    |       |       |       |       |         |         |

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

| DIE   | POS | POLY  |        | R1Y   | R2Y    | RS     | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA  | DELTA | LM1X | LM2X | LM1Y | LM2Y | DELTA | DELTA |
|-------|-----|-------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|------|-------|-------|
|       |     | R1X   | R2X    |       |        |        |       |       |       |       |        |       |      |      |      |      |       |       |
| D17IE | 6A  | 661,7 | 333,52 | 631,4 | 337,54 | 22,104 | 2,171 | 4,308 | 2,275 | 4,256 | 0,033  | 0,297 |      |      |      |      |       |       |
| D17SD | 6A  | 637,8 | 334,10 | 625,0 | 329,93 | 21,482 | 2,189 | 4,179 | 2,234 | 4,232 | 0,200  | 0,236 |      |      |      |      |       |       |
| D17SE | 6A  | 658,8 | 327,09 | 632,9 | 336,39 | 22,173 | 2,188 | 4,406 | 2,277 | 4,284 | -0,028 | 0,269 |      |      |      |      |       |       |
| D18ID | 6A  | 644,5 | 327,96 | 626,7 | 332,92 | 21,321 | 2,150 | 4,226 | 2,211 | 4,163 | 0,072  | 0,267 |      |      |      |      |       |       |
| D18IE | 6A  | 649,1 | 333,99 | 630,2 | 331,66 | 21,535 | 2,157 | 4,191 | 2,221 | 4,220 | 0,120  | 0,222 |      |      |      |      |       |       |
| D18SD | 6A  | 649,5 | 329,06 | 635,0 | 335,74 | 21,494 | 2,151 | 4,246 | 2,200 | 4,161 | 0,054  | 0,244 |      |      |      |      |       |       |
| D18SE | 6A  | 654,4 | 323,88 | 622,6 | 330,51 | 21,669 | 2,152 | 4,349 | 2,262 | 4,262 | -0,040 | 0,263 |      |      |      |      |       |       |
| D19ID | 6A  | 664,1 | 329,58 | 628,0 | 333,27 | 21,743 | 2,128 | 4,288 | 2,250 | 4,241 | -0,029 | 0,261 |      |      |      |      |       |       |
| D19IE | 6A  | 665,6 | 331,96 | 627,9 | 331,53 | 22,137 | 2,162 | 4,335 | 2,292 | 4,340 | -0,010 | 0,237 |      |      |      |      |       |       |
| D19SD | 6A  | 658,6 | 331,47 | 634,3 | 334,20 | 22,117 | 2,183 | 4,337 | 2,266 | 4,302 | 0,026  | 0,227 |      |      |      |      |       |       |
| D19SE | 6A  | 659,3 | 338,03 | 619,7 | 336,37 | 21,966 | 2,165 | 4,224 | 2,304 | 4,245 | 0,104  | 0,375 |      |      |      |      |       |       |
| D20ID | 6A  | 663,6 | 336,38 | 634,8 | 334,64 | 21,643 | 2,120 | 4,182 | 2,216 | 4,204 | 0,056  | 0,230 |      |      |      |      |       |       |
| 20IE  | 6A  | 668,0 | 335,06 | 631,9 | 337,60 | 21,682 | 2,110 | 4,206 | 2,230 | 4,175 | 0,013  | 0,295 |      |      |      |      |       |       |
| D20SD | 6A  | 650,7 | 337,28 | 635,6 | 335,68 | 21,872 | 2,185 | 4,215 | 2,237 | 4,235 | 0,152  | 0,238 |      |      |      |      |       |       |
| D20SE | 6A  | 661,4 | 332,47 | 629,9 | 336,77 | 21,778 | 2,140 | 4,258 | 2,247 | 4,203 | 0,022  | 0,298 |      |      |      |      |       |       |

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

1A

|       |     | POLY COLUMNA DA ESQUERDA |       |        |       |        |       |       |       |       |        |        |       |       |       |       |        |        |        |
|-------|-----|--------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| DIE   | POS | R1X                      | R2X   | R1Y    | R2Y   | RS     | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTA  | DELTA  |       | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y   | DELTA  | DELTA  |
| E011D | 1A  | 1679,2                   | 703,1 | 1660,1 | 711,3 | 20,391 | 0,789 | 1,885 | 0,798 | 1,863 | -0,280 | -0,250 | 1     | 0,757 | 1,880 | 0,780 | 1,861  | -0,326 | -0,278 |
| E011E | 1A  | 1725,8                   | 688,3 | 1679,1 | 715,6 | 21,271 | 0,801 | 2,009 | 0,823 | 1,932 | -0,337 | -0,257 | 2     | 0,848 | 2,006 | 0,862 | 1,974  | -0,265 | -0,225 |
| E015D | 1A  | 1821,6                   | 721,2 | 1720,1 | 710,2 | 20,235 | 0,722 | 1,824 | 0,765 | 1,832 | -0,345 | -0,297 | 3     | 0,858 | 2,041 | 0,888 | 1,999  | -0,273 | -0,200 |
| E015E | 1A  | 1811,5                   | 718,8 | 1763,1 | 721,7 | 19,939 | 0,715 | 1,803 | 0,735 | 1,796 | -0,342 | -0,307 | 4     | 0,861 | 2,009 | 0,888 | 1,984  | -0,249 | -0,189 |
| E021D | 1A  | 1631,4                   | 686,0 | 1589,9 | 703,8 | 21,919 | 0,873 | 2,077 | 0,896 | 2,024 | -0,274 | -0,206 | 5     | 0,884 | 2,059 | 0,904 | 2,026  | -0,247 | -0,193 |
| E021E | 1A  | 1635,4                   | 702,3 | 1607,1 | 709,8 | 22,647 | 0,900 | 2,096 | 0,916 | 2,074 | -0,247 | -0,209 | 6     | 0,882 | 2,080 | 0,920 | 2,029  | -0,263 | -0,171 |
| E025D | 1A  | 1628,4                   | 709,4 | 1614,9 | 708,9 | 19,671 | 0,785 | 1,802 | 0,792 | 1,804 | -0,228 | -0,218 | 7     | 0,873 | 2,022 | 0,896 | 1,977  | -0,239 | -0,171 |
| E025E | 1A  | 1696,7                   | 691,6 | 1678,3 | 710,5 | 21,802 | 0,835 | 2,049 | 0,844 | 1,995 | -0,312 | -0,266 | 8     | 0,891 | 2,084 | 0,910 | 2,016  | -0,253 | -0,176 |
| E031D | 1A  | 1620,5                   | 703,2 | 1552,7 | 697,8 | 21,317 | 0,855 | 1,970 | 0,892 | 1,986 | -0,233 | -0,184 | 9     | 0,899 | 2,099 | 0,919 | 2,044  | -0,251 | -0,183 |
| E031E | 1A  | 1631,7                   | 702,0 | 1583,4 | 719,4 | 22,156 | 0,883 | 2,051 | 0,910 | 2,002 | -0,245 | -0,167 | 10    | 0,882 | 2,048 | 0,907 | 2,022  | -0,242 | -0,186 |
| E035D | 1A  | 1663,3                   | 690,3 | 1618,2 | 705,2 | 21,958 | 0,858 | 2,068 | 0,882 | 2,024 | -0,291 | -0,228 | 11    | 0,895 | 2,059 | 0,932 | 2,026  | -0,231 | -0,147 |
| E035E | 1A  | 1696,4                   | 684,3 | 1631,6 | 715,2 | 21,822 | 0,836 | 2,073 | 0,869 | 1,983 | -0,324 | -0,220 | 12    | 0,922 | 2,153 | 0,942 | 2,086  | -0,251 | -0,176 |
| E041D | 1A  | 1625,7                   | 705,0 | 1591,5 | 706,7 | 21,925 | 0,877 | 2,021 | 0,895 | 2,017 | -0,234 | -0,201 | 13    | 0,881 | 2,044 | 0,898 | 1,987  | -0,241 | -0,175 |
| E041E | 1A  | 1669,0                   | 699,5 | 1565,4 | 714,1 | 22,536 | 0,878 | 2,094 | 0,936 | 2,051 | -0,278 | -0,161 | 14    | 0,876 | 2,013 | 0,900 | 1,984  | -0,230 | -0,169 |
| E045D | 1A  | 1623,2                   | 712,8 | 1621,7 | 703,3 | 21,643 | 0,867 | 1,974 | 0,867 | 2,000 | -0,217 | -0,234 | 15    | 0,879 | 2,051 | 0,898 | 2,005  | -0,251 | -0,189 |
| E045E | 1A  | 1636,4                   | 692,3 | 1579,1 | 721,6 | 20,732 | 0,823 | 1,946 | 0,853 | 1,867 | -0,267 | -0,158 | 16    | 0,898 | 2,120 | 0,940 | 2,061  | -0,265 | -0,160 |
| E051D | 1A  | 1620,7                   | 703,8 | 1595,5 | 710,9 | 23,299 | 0,934 | 2,152 | 0,949 | 2,130 | -0,232 | -0,196 | 17    | 0,896 | 2,106 | 0,920 | 2,052  | -0,258 | -0,187 |
| E051E | 1A  | 1656,9                   | 700,2 | 1606,6 | 721,3 | 20,836 | 0,817 | 1,934 | 0,843 | 1,878 | -0,268 | -0,185 | 18    | 0,880 | 2,025 | 0,907 | 1,995  | -0,231 | -0,166 |
| E055D | 1A  | 1626,0                   | 712,3 | 1634,2 | 706,8 | 22,666 | 0,906 | 2,068 | 0,902 | 2,084 | -0,220 | -0,238 | 19    | 0,898 | 2,090 | 0,933 | 2,046  | -0,247 | -0,161 |
| E055E | 1A  | 1640,6                   | 692,8 | 1562,9 | 717,3 | 22,190 | 0,879 | 2,082 | 0,923 | 2,011 | -0,269 | -0,152 | 20    | 0,898 | 2,068 | 0,906 | 2,026  | -0,232 | -0,191 |
| E061D | 1A  | 1669,6                   | 711,0 | 1609,1 | 728,2 | 21,974 | 0,855 | 2,009 | 0,888 | 1,961 | -0,258 | -0,173 |       |       |       |       |        |        |        |
| E061E | 1A  | 1668,0                   | 709,3 | 1610,1 | 729,6 | 23,106 | 0,900 | 2,117 | 0,933 | 2,058 | -0,261 | -0,171 | 0,878 | 2,053 | 0,903 | 2,010 | -0,252 | -0,185 |        |
| E065D | 1A  | 1678,7                   | 710,0 | 1596,8 | 723,6 | 22,199 | 0,860 | 2,032 | 0,904 | 1,994 | -0,267 | -0,171 | 0,932 | 0,955 | 0,934 | 0,945 | 0,921  | 0,927  |        |
| E065E | 1A  | 1686,5                   | 713,7 | 1613,8 | 733,1 | 23,728 | 0,914 | 2,161 | 0,956 | 2,104 | -0,266 | -0,168 |       |       |       |       |        |        |        |
| E071D | 1A  | 1612,0                   | 715,5 | 1587,4 | 719,2 | 21,727 | 0,876 | 1,974 | 0,890 | 1,964 | -0,202 | -0,172 |       |       |       |       |        |        |        |
| E071E | 1A  | 1688,1                   | 713,8 | 1614,3 | 728,6 | 22,012 | 0,848 | 2,004 | 0,886 | 1,964 | -0,267 | -0,177 |       |       |       |       |        |        |        |
| E075D | 1A  | 1644,0                   | 713,8 | 1608,6 | 736,5 | 22,396 | 0,885 | 2,039 | 0,905 | 1,977 | -0,233 | -0,155 |       |       |       |       |        |        |        |
| E075E | 1A  | 1663,3                   | 709,9 | 1625,3 | 732,2 | 22,592 | 0,883 | 2,069 | 0,903 | 2,006 | -0,255 | -0,180 |       |       |       |       |        |        |        |
| E081D | 1A  | 1643,8                   | 710,4 | 1580,4 | 723,8 | 21,842 | 0,864 | 1,998 | 0,898 | 1,961 | -0,239 | -0,155 |       |       |       |       |        |        |        |
| E081E | 1A  | 1691,6                   | 695,3 | 1647,7 | 746,7 | 22,490 | 0,864 | 2,102 | 0,887 | 1,958 | -0,302 | -0,171 |       |       |       |       |        |        |        |
| E085D | 1A  | 1649,9                   | 725,6 | 1648,6 | 735,6 | 23,487 | 0,925 | 2,104 | 0,926 | 2,075 | -0,215 | -0,194 |       |       |       |       |        |        |        |
| E085E | 1A  | 1684,4                   | 719,2 | 1650,0 | 741,0 | 23,601 | 0,911 | 2,133 | 0,930 | 2,070 | -0,255 | -0,185 |       |       |       |       |        |        |        |
| E091D | 1A  | 1648,8                   | 711,5 | 1591,3 | 725,7 | 22,140 | 0,873 | 2,023 | 0,904 | 1,983 | -0,241 | -0,162 |       |       |       |       |        |        |        |
| E091E | 1A  | 1691,5                   | 710,9 | 1674,0 | 735,8 | 23,126 | 0,889 | 2,114 | 0,898 | 2,043 | -0,275 | -0,216 |       |       |       |       |        |        |        |
| E095D | 1A  | 1659,4                   | 716,6 | 1639,6 | 740,1 | 23,456 | 0,919 | 2,128 | 0,930 | 2,060 | -0,240 | -0,177 |       |       |       |       |        |        |        |
| E095E | 1A  | 1674,3                   | 718,9 | 1625,7 | 733,2 | 23,588 | 0,916 | 2,133 | 0,943 | 2,091 | -0,248 | -0,178 |       |       |       |       |        |        |        |
| E101D | 1A  | 1671,4                   | 715,5 | 1613,1 | 723,9 | 23,736 | 0,923 | 2,156 | 0,956 | 2,131 | -0,251 | -0,186 |       |       |       |       |        |        |        |
| E101E | 1A  | 1637,7                   | 715,1 | 1668,4 | 741,0 | 22,350 | 0,887 | 2,031 | 0,871 | 1,960 | -0,225 | -0,201 |       |       |       |       |        |        |        |
| E105D | 1A  | 1734,3                   | 742,3 | 1625,6 | 733,7 | 23,669 | 0,887 | 2,073 | 0,946 | 2,097 | -0,252 | -0,177 |       |       |       |       |        |        |        |
| E105E | 1A  | 1687,1                   | 727,5 | 1640,4 | 739,5 | 21,599 | 0,832 | 1,930 | 0,856 | 1,898 | -0,242 | -0,179 |       |       |       |       |        |        |        |
| E111D | 1A  | 1672,9                   | 731,3 | 1578,4 | 742,5 | 22,479 | 0,873 | 1,998 | 0,926 | 1,968 | -0,223 | -0,112 |       |       |       |       |        |        |        |
| E111E | 1A  | 1688,4                   | 738,4 | 1620,9 | 737,0 | 23,627 | 0,910 | 2,080 | 0,947 | 2,084 | -0,223 | -0,166 |       |       |       |       |        |        |        |
| E115D | 1A  | 1682,4                   | 715,1 | 1608,2 | 744,2 | 23,652 | 0,914 | 2,150 | 0,956 | 2,066 | -0,261 | -0,139 |       |       |       |       |        |        |        |
| E115E | 1A  | 1695,6                   | 744,8 | 1661,4 | 753,2 | 23,002 | 0,882 | 2,007 | 0,900 | 1,985 | -0,217 | -0,171 |       |       |       |       |        |        |        |
| E121D | 1A  | 1626,6                   | 712,3 | 1631,1 | 731,9 | 23,313 | 0,932 | 2,127 | 0,929 | 2,070 | -0,221 | -0,186 |       |       |       |       |        |        |        |
| E121E | 1A  | 1695,0                   | 723,5 | 1659,1 | 746,3 | 24,459 | 0,938 | 2,197 | 0,958 | 2,130 | -0,255 | -0,182 |       |       |       |       |        |        |        |
| E125D | 1A  | 1695,5                   | 722,6 | 1640,7 | 741,7 | 23,921 | 0,917 | 2,152 | 0,948 | 2,096 | -0,257 | -0,175 |       |       |       |       |        |        |        |
| E125E | 1A  | 1695,6                   | 715,2 | 1634,2 | 746,5 | 23,486 | 0,900 | 2,134 | 0,934 | 2,045 | -0,271 | -0,159 |       |       |       |       |        |        |        |
| E131D | 1A  | 1626,2                   | 710,2 | 1622,6 | 736,9 | 21,986 | 0,879 | 2,012 | 0,881 | 1,939 | -0,225 | -0,168 |       |       |       |       |        |        |        |
| E131E | 1A  | 1678,0                   | 723,5 | 1635,1 | 731,7 | 22,715 | 0,880 | 2,041 | 0,903 | 2,018 | -0,242 | -0,190 |       |       |       |       |        |        |        |
| E135D | 1A  | 1626,5                   | 713,1 | 1619,6 | 733,0 | 22,632 | 0,904 | 2,063 | 0,908 | 2,007 | -0,219 | -0,173 |       |       |       |       |        |        |        |
| E135E | 1A  | 1703,3                   | 713,0 | 1629,7 | 740,3 | 22,586 | 0,862 | 2,059 | 0,901 | 1,983 | -0,280 | -0,168 |       |       |       |       |        |        |        |
| E141D | 1A  | 1622,3                   | 714,8 | 1570,2 | 714,2 | 21,002 | 0,841 | 1,910 | 0,869 | 1,911 | -0,212 | -0,166 |       |       |       |       |        |        |        |
| E141E | 1A  | 1646,0                   | 702,4 | 1598,2 | 722,0 | 22,527 | 0,890 | 2,085 | 0,916 | 2,028 | -0,256 | -0,176 |       |       |       |       |        |        |        |
| E145D | 1A  | 1643,9                   | 720,0 | 1590,7 | 722,6 | 22,013 | 0,870 | 1,987 | 0,900 | 1,980 | -0,221 | -0,168 |       |       |       |       |        |        |        |

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

| POLY COLUMNA DA ESQUERDA |     |        |       |        |       |        |       |       |       |       |        |        |      |       |       |       |         |         |       |
|--------------------------|-----|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|
| DIE                      | POS | R1X    | R2X   | R1Y    | R2Y   | RS     | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA  | DELTA  | LM1X | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTAMX | DELTAMY |       |
| E14SE                    | 1A  | 1644,3 | 715,0 | 1615,8 | 734,7 | 22,790 | 0,901 | 2,072 | 0,917 | 2,016 | -0,231 | -0,166 |      |       |       |       |         |         |       |
| E15ID                    | 1A  | 1625,2 | 711,2 | 1623,6 | 720,9 | 21,911 | 0,876 | 2,003 | 0,877 | 1,976 | -0,222 | -0,201 |      |       |       |       |         |         |       |
| E15IE                    | 1A  | 1687,3 | 716,9 | 1641,0 | 734,1 | 23,063 | 0,888 | 2,109 | 0,914 | 2,042 | -0,272 | -0,191 |      |       |       |       |         |         |       |
| E15SD                    | 1A  | 1647,2 | 716,8 | 1625,3 | 730,9 | 23,397 | 0,923 | 2,122 | 0,936 | 2,081 | -0,230 | -0,183 |      |       |       |       |         |         |       |
| E15SE                    | 1A  | 1697,1 | 711,2 | 1619,0 | 729,3 | 21,577 | 0,826 | 1,972 | 0,866 | 1,923 | -0,279 | -0,180 |      |       |       |       |         |         |       |
| E16ID                    | 1A  | 1655,6 | 713,7 | 1608,7 | 730,0 | 23,900 | 0,938 | 2,177 | 0,966 | 2,128 | -0,242 | -0,169 |      |       |       |       |         |         |       |
| E16IE                    | 1A  | 1700,1 | 701,8 | 1606,7 | 730,1 | 22,621 | 0,865 | 2,095 | 0,915 | 2,014 | -0,297 | -0,167 |      |       |       |       |         |         |       |
| E16SD                    | 1A  | 1677,0 | 716,7 | 1606,8 | 744,3 | 23,183 | 0,899 | 2,103 | 0,938 | 2,025 | -0,254 | -0,137 |      |       |       |       |         |         |       |
| E16SE                    | 1A  | 1698,8 | 718,6 | 1604,7 | 728,6 | 23,276 | 0,891 | 2,105 | 0,943 | 2,077 | -0,267 | -0,168 |      |       |       |       |         |         |       |
| E17ID                    | 1A  | 1667,9 | 725,3 | 1643,0 | 735,5 | 23,700 | 0,924 | 2,124 | 0,938 | 2,094 | -0,231 | -0,190 |      |       |       |       |         |         |       |
| E17IE                    | 1A  | 1712,3 | 719,1 | 1626,2 | 737,8 | 22,986 | 0,873 | 2,078 | 0,919 | 2,025 | -0,276 | -0,170 |      |       |       |       |         |         |       |
| E17SD                    | 1A  | 1689,0 | 727,7 | 1658,6 | 746,8 | 22,972 | 0,884 | 2,052 | 0,900 | 1,999 | -0,243 | -0,181 |      |       |       |       |         |         |       |
| E17SE                    | 1A  | 1714,5 | 715,1 | 1681,8 | 742,6 | 23,890 | 0,906 | 2,172 | 0,923 | 2,091 | -0,284 | -0,209 |      |       |       |       |         |         |       |
| E18ID                    | 1A  | 1667,5 | 716,5 | 1596,1 | 736,3 | 22,980 | 0,896 | 2,085 | 0,936 | 2,029 | -0,247 | -0,144 |      |       |       |       |         |         |       |
| E18IE                    | 1A  | 1678,0 | 728,1 | 1632,0 | 737,1 | 23,246 | 0,900 | 2,075 | 0,926 | 2,050 | -0,233 | -0,176 |      |       |       |       |         |         |       |
| E18SD                    | 1A  | 1685,7 | 726,0 | 1619,6 | 735,5 | 22,229 | 0,857 | 1,990 | 0,892 | 1,964 | -0,244 | -0,168 |      |       |       |       |         |         |       |
| E18SE                    | 1A  | 1669,5 | 742,0 | 1654,5 | 747,2 | 22,248 | 0,866 | 1,949 | 0,874 | 1,935 | -0,200 | -0,176 |      |       |       |       |         |         |       |
| E19ID                    | 1A  | 1621,0 | 717,7 | 1582,3 | 729,5 | 23,599 | 0,946 | 2,137 | 0,969 | 2,103 | -0,205 | -0,145 |      |       |       |       |         |         |       |
| E19IE                    | 1A  | 1684,9 | 698,7 | 1614,1 | 733,4 | 22,323 | 0,861 | 2,077 | 0,899 | 1,978 | -0,292 | -0,167 |      |       |       |       |         |         |       |
| E19SD                    | 1A  | 1661,9 | 716,0 | 1597,7 | 724,3 | 22,839 | 0,893 | 2,073 | 0,929 | 2,050 | -0,243 | -0,171 |      |       |       |       |         |         |       |
| E19SE                    | 1A  | 1695,8 | 728,1 | 1613,8 | 735,9 | 23,237 | 0,891 | 2,074 | 0,936 | 2,052 | -0,248 | -0,162 |      |       |       |       |         |         |       |
| E20ID                    | 1A  | 1630,6 | 716,1 | 1614,4 | 733,0 | 22,133 | 0,882 | 2,009 | 0,891 | 1,963 | -0,217 | -0,168 |      |       |       |       |         |         |       |
| E20IE                    | 1A  | 1659,3 | 717,0 | 1611,7 | 733,3 | 23,039 | 0,902 | 2,089 | 0,929 | 2,042 | -0,239 | -0,165 |      |       |       |       |         |         |       |
| E20SD                    | 1A  | 1662,0 | 726,6 | 1692,4 | 732,8 | 23,507 | 0,919 | 2,103 | 0,903 | 2,085 | -0,223 | -0,236 |      |       |       |       |         |         |       |
| E20SE                    | 1A  | 1667,5 | 714,8 | 1647,4 | 735,2 | 22,800 | 0,889 | 2,073 | 0,900 | 2,016 | -0,250 | -0,194 |      |       |       |       |         |         |       |
| E01ID                    | 2A  | 685,4  | 334,0 | 667,3  | 344,0 | 20,881 | 1,980 | 4,064 | 2,034 | 3,946 | -0,099 | 0,128  | 1    | 1,911 | 3,986 | 1,975 | 3,869   | -0,159  | 0,084 |
| E01IE                    | 2A  | 686,2  | 333,7 | 670,3  | 343,2 | 20,872 | 1,977 | 4,065 | 2,024 | 3,953 | -0,107 | 0,098  | 2    | 1,944 | 4,016 | 2,015 | 3,890   | -0,123  | 0,149 |
| E01SD                    | 2A  | 714,3  | 331,6 | 685,0  | 343,9 | 19,763 | 1,798 | 3,874 | 1,875 | 3,735 | -0,267 | 0,016  | 3    | 1,955 | 4,015 | 1,994 | 3,878   | -0,102  | 0,118 |
| E01SE                    | 2A  | 703,0  | 336,5 | 674,8  | 345,1 | 20,407 | 1,887 | 3,942 | 1,911 | 3,844 | -0,164 | 0,093  | 4    | 1,978 | 4,040 | 2,031 | 3,932   | -0,082  | 0,139 |
| E02ID                    | 2A  | 686,2  | 335,4 | 676,8  | 346,6 | 21,492 | 2,036 | 4,165 | 2,064 | 4,030 | -0,088 | 0,099  | 5    | 1,988 | 4,060 | 2,028 | 3,905   | -0,082  | 0,162 |
| E02IE                    | 2A  | 687,2  | 335,1 | 658,4  | 342,4 | 20,349 | 1,925 | 3,947 | 2,009 | 3,863 | -0,097 | 0,167  | 6    | 1,939 | 3,995 | 1,995 | 3,852   | -0,114  | 0,148 |
| E02SD                    | 2A  | 693,0  | 334,8 | 664,0  | 345,4 | 21,173 | 1,986 | 4,111 | 2,073 | 3,984 | -0,131 | 0,168  | 7    | 1,987 | 4,021 | 2,009 | 3,873   | -0,045  | 0,155 |
| E02SE                    | 2A  | 695,4  | 331,5 | 665,7  | 345,9 | 19,587 | 1,831 | 3,840 | 1,912 | 3,681 | -0,178 | 0,163  | 8    | 1,967 | 4,016 | 2,027 | 3,884   | -0,079  | 0,184 |
| E03ID                    | 2A  | 686,4  | 335,2 | 671,6  | 347,1 | 20,663 | 1,957 | 4,007 | 2,000 | 3,869 | -0,091 | 0,139  | 9    | 1,983 | 4,045 | 2,036 | 3,909   | -0,075  | 0,173 |
| E03IE                    | 2A  | 691,1  | 336,2 | 672,7  | 347,1 | 20,587 | 1,936 | 3,980 | 1,989 | 3,855 | -0,105 | 0,132  | 10   | 2,013 | 4,100 | 2,044 | 3,960   | -0,070  | 0,135 |
| E03SD                    | 2A  | 687,5  | 332,4 | 677,4  | 346,5 | 20,261 | 1,916 | 3,962 | 1,944 | 3,801 | -0,128 | 0,094  | 11   | 2,011 | 4,078 | 2,050 | 3,939   | -0,054  | 0,170 |
| E03SE                    | 2A  | 687,2  | 336,1 | 676,2  | 346,8 | 21,264 | 2,011 | 4,112 | 2,044 | 3,985 | -0,085 | 0,106  | 12   | 2,018 | 4,063 | 2,050 | 3,889   | -0,027  | 0,230 |
| E04ID                    | 2A  | 693,2  | 342,3 | 671,7  | 346,2 | 20,969 | 1,966 | 3,982 | 2,029 | 3,937 | -0,049 | 0,127  | 13   | 2,029 | 4,110 | 2,073 | 3,967   | -0,050  | 0,190 |
| E04IE                    | 2A  | 689,3  | 333,8 | 662,5  | 347,3 | 20,308 | 1,915 | 3,954 | 1,992 | 3,801 | -0,122 | 0,204  | 14   | 2,003 | 4,096 | 2,049 | 3,941   | -0,086  | 0,167 |
| E04SD                    | 2A  | 682,6  | 332,0 | 675,3  | 346,4 | 21,245 | 2,023 | 4,159 | 2,045 | 3,986 | -0,106 | 0,106  | 15   | 2,014 | 4,105 | 2,067 | 3,950   | -0,072  | 0,196 |
| E04SE                    | 2A  | 691,4  | 341,4 | 673,8  | 346,6 | 21,346 | 2,007 | 4,064 | 2,059 | 4,003 | -0,049 | 0,119  | 16   | 2,026 | 4,090 | 2,075 | 3,978   | -0,037  | 0,182 |
| E05ID                    | 2A  | 703,1  | 341,0 | 679,1  | 351,9 | 21,098 | 1,950 | 4,022 | 2,019 | 3,897 | -0,117 | 0,151  | 17   | 2,016 | 4,161 | 2,073 | 3,966   | -0,120  | 0,191 |
| E05IE                    | 2A  | 680,9  | 336,2 | 683,2  | 357,5 | 21,142 | 2,018 | 4,087 | 2,011 | 3,844 | -0,049 | 0,195  | 18   | 1,986 | 4,034 | 2,043 | 3,928   | -0,059  | 0,169 |
| E05SD                    | 2A  | 701,9  | 343,7 | 678,2  | 350,2 | 21,353 | 1,977 | 4,038 | 2,047 | 3,963 | -0,081 | 0,135  | 19   | 2,028 | 4,072 | 2,035 | 3,918   | -0,015  | 0,161 |
| E05SE                    | 2A  | 691,0  | 338,5 | 680,0  | 353,5 | 21,307 | 2,004 | 4,091 | 2,037 | 3,918 | -0,079 | 0,165  | 20   | 2,008 | 4,074 | 2,058 | 3,939   | -0,056  | 0,188 |
| E06ID                    | 2A  | 696,3  | 341,1 | 686,1  | 357,1 | 21,065 | 1,966 | 4,014 | 1,996 | 3,834 | -0,079 | 0,171  |      |       |       |       |         |         |       |
| E06IE                    | 2A  | 701,9  | 342,5 | 686,9  | 354,0 | 20,953 | 1,940 | 3,976 | 1,983 | 3,847 | -0,094 | 0,127  |      | 1,990 | 4,059 | 2,036 | 3,918   | -0,075  | 0,165 |
| E06SD                    | 2A  | 708,6  | 339,5 | 675,1  | 353,6 | 21,229 | 1,947 | 4,064 | 2,044 | 3,902 | -0,160 | 0,200  |      | 0,032 | 0,043 | 0,027 | 0,036   | 0,035   | 0,031 |
| E06SE                    | 2A  | 710,7  | 344,2 | 690,8  | 353,5 | 20,788 | 1,901 | 3,926 | 1,956 | 3,822 | -0,122 | 0,096  |      |       |       |       |         |         |       |
| E07ID                    | 2A  | 702,8  | 343,8 | 680,4  | 357,2 | 21,161 | 1,957 | 4,001 | 2,022 | 3,851 | -0,085 | 0,210  |      |       |       |       |         |         |       |
| E07IE                    | 2A  | 693,9  | 348,6 | 682,7  | 356,4 | 21,336 | 1,999 | 3,978 | 2,031 | 3,891 | 0,019  | 0,184  |      |       |       |       |         |         |       |
| E07SD                    | 2A  | 702,2  | 342,3 | 700,2  | 358,6 | 21,352 | 1,976 | 4,054 | 1,982 | 3,870 | -0,098 | 0,100  |      |       |       |       |         |         |       |
| E07SE                    | 2A  | 692,2  | 344,6 | 698,1  | 359,8 | 21,485 | 2,017 | 4,053 | 2,000 | 3,881 | -0,017 | 0,127  |      |       |       |       |         |         |       |
| E08ID                    | 2A  | 722,1  | 347,8 | 694,9  | 362,0 | 21,744 | 1,957 | 4,064 | 2,034 | 3,904 | -0,142 | 0,175  |      |       |       |       |         |         |       |
| E08IE                    | 2A  | 712,5  | 346,8 | 687,4  | 363,3 | 21,909 | 1,999 | 4,083 | 2,072 | 3,920 | -0,082 | 0,242  |      |       |       |       |         |         |       |

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

|       |     | POLY COLUMNA DA ESQUERDA |       |        |       |        |       |       |       |       |        |        |      |       |       |       |         |         |        |
|-------|-----|--------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|-------|-------|-------|---------|---------|--------|
| DIE   | POS | R1X                      | R2X   | R1Y    | R2Y   | RS     | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTA  | DELTA  | LW1X | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTAMX | DELTAMY |        |
| E08SD | 2A  | 718,8                    | 349,7 | 689,1  | 357,5 | 21,097 | 1,908 | 3,921 | 1,990 | 3,836 | -0,105 | 0,156  |      |       |       |       |         |         |        |
| E08SE | 2A  | 701,1                    | 351,6 | 697,4  | 362,3 | 21,608 | 2,003 | 3,995 | 2,014 | 3,877 | 0,012  | 0,162  |      |       |       |       |         |         |        |
| E091D | 2A  | 724,4                    | 354,1 | 706,2  | 362,6 | 22,020 | 1,976 | 4,042 | 2,027 | 3,947 | -0,087 | 0,111  |      |       |       |       |         |         |        |
| E091E | 2A  | 711,3                    | 355,4 | 695,0  | 363,7 | 20,987 | 1,918 | 3,838 | 1,963 | 3,751 | -0,003 | 0,196  |      |       |       |       |         |         |        |
| E095D | 2A  | 718,9                    | 351,2 | 697,4  | 364,9 | 22,495 | 2,034 | 4,163 | 2,097 | 4,007 | -0,090 | 0,195  |      |       |       |       |         |         |        |
| E095E | 2A  | 713,4                    | 345,8 | 695,5  | 363,7 | 22,001 | 2,005 | 4,135 | 2,056 | 3,932 | -0,119 | 0,192  |      |       |       |       |         |         |        |
| E101D | 2A  | 722,9                    | 349,3 | 700,4  | 366,0 | 21,783 | 1,959 | 4,054 | 2,022 | 3,869 | -0,130 | 0,189  |      |       |       |       |         |         |        |
| E101E | 2A  | 723,1                    | 353,7 | 714,5  | 365,4 | 22,636 | 2,035 | 4,160 | 2,059 | 4,027 | -0,085 | 0,093  |      |       |       |       |         |         |        |
| E105D | 2A  | 712,8                    | 352,8 | 707,2  | 363,8 | 22,537 | 2,055 | 4,152 | 2,071 | 4,027 | -0,040 | 0,119  |      |       |       |       |         |         |        |
| E105E | 2A  | 709,4                    | 352,5 | 702,7  | 363,1 | 21,881 | 2,005 | 4,035 | 2,024 | 3,917 | -0,025 | 0,138  |      |       |       |       |         |         |        |
| E111D | 2A  | 722,2                    | 351,4 | 689,2  | 362,1 | 22,157 | 1,994 | 4,098 | 2,090 | 3,977 | -0,105 | 0,214  |      |       |       |       |         |         |        |
| E111E | 2A  | 713,9                    | 355,5 | 711,7  | 366,3 | 22,418 | 2,041 | 4,099 | 2,047 | 3,978 | -0,016 | 0,121  |      |       |       |       |         |         |        |
| E115D | 2A  | 706,3                    | 348,0 | 699,8  | 363,7 | 21,253 | 1,956 | 3,970 | 1,974 | 3,798 | -0,057 | 0,164  |      |       |       |       |         |         |        |
| E115E | 2A  | 713,4                    | 353,4 | 701,7  | 366,0 | 22,543 | 2,054 | 4,146 | 2,088 | 4,003 | -0,037 | 0,181  |      |       |       |       |         |         |        |
| E121D | 2A  | 692,0                    | 344,6 | 700,0  | 365,1 | 21,901 | 2,057 | 4,131 | 2,034 | 3,899 | -0,016 | 0,180  |      |       |       |       |         |         |        |
| E121E | 2A  | 702,7                    | 349,3 | 681,4  | 364,1 | 22,432 | 2,075 | 4,174 | 2,140 | 4,005 | -0,023 | 0,295  |      |       |       |       |         |         |        |
| E125D | 2A  | 706,9                    | 350,2 | 691,6  | 368,3 | 21,787 | 2,003 | 4,044 | 2,048 | 3,845 | -0,036 | 0,278  |      |       |       |       |         |         |        |
| E125E | 2A  | 716,5                    | 355,5 | 700,9  | 364,3 | 21,344 | 1,936 | 3,903 | 1,979 | 3,808 | -0,030 | 0,165  |      |       |       |       |         |         |        |
| E131D | 2A  | 702,4                    | 346,5 | 692,7  | 362,0 | 22,064 | 2,042 | 4,139 | 2,070 | 3,962 | -0,053 | 0,189  |      |       |       |       |         |         |        |
| E131E | 2A  | 704,4                    | 349,6 | 693,7  | 360,2 | 22,186 | 2,047 | 4,125 | 2,079 | 4,004 | -0,029 | 0,160  |      |       |       |       |         |         |        |
| E135D | 2A  | 705,6                    | 349,6 | 682,5  | 362,4 | 21,976 | 2,024 | 4,086 | 2,093 | 3,942 | -0,036 | 0,264  |      |       |       |       |         |         |        |
| E135E | 2A  | 714,2                    | 349,8 | 697,9  | 361,2 | 22,001 | 2,002 | 4,088 | 2,049 | 3,959 | -0,080 | 0,146  |      |       |       |       |         |         |        |
| E141D | 2A  | 705,2                    | 346,4 | 690,8  | 357,4 | 21,806 | 2,010 | 4,092 | 2,052 | 3,966 | -0,069 | 0,144  |      |       |       |       |         |         |        |
| E141E | 2A  | 699,7                    | 342,8 | 679,9  | 358,6 | 21,557 | 2,003 | 4,087 | 2,061 | 3,907 | -0,079 | 0,232  |      |       |       |       |         |         |        |
| E145D | 2A  | 705,3                    | 345,3 | 694,8  | 356,5 | 21,158 | 1,950 | 3,983 | 1,979 | 3,858 | -0,082 | 0,108  |      |       |       |       |         |         |        |
| E145E | 2A  | 710,5                    | 344,7 | 691,0  | 360,6 | 22,384 | 2,048 | 4,221 | 2,106 | 4,035 | -0,115 | 0,183  |      |       |       |       |         |         |        |
| E151D | 2A  | 696,4                    | 347,4 | 696,7  | 363,2 | 20,598 | 1,923 | 3,854 | 1,922 | 3,686 | -0,009 | 0,178  |      |       |       |       |         |         |        |
| E151E | 2A  | 708,6                    | 348,4 | 687,6  | 364,2 | 22,257 | 2,042 | 4,152 | 2,104 | 3,972 | -0,066 | 0,252  |      |       |       |       |         |         |        |
| E155D | 2A  | 717,8                    | 349,2 | 692,8  | 362,7 | 22,124 | 2,003 | 4,118 | 2,076 | 3,965 | -0,105 | 0,198  |      |       |       |       |         |         |        |
| E155E | 2A  | 715,6                    | 347,8 | 689,9  | 357,8 | 22,989 | 2,088 | 4,296 | 2,166 | 4,176 | -0,109 | 0,155  |      |       |       |       |         |         |        |
| E161D | 2A  | 725,5                    | 360,0 | 695,5  | 367,0 | 22,847 | 2,047 | 4,125 | 2,135 | 4,046 | -0,030 | 0,234  |      |       |       |       |         |         |        |
| E161E | 2A  | 709,9                    | 352,4 | 701,9  | 361,3 | 22,070 | 2,021 | 4,071 | 2,044 | 3,971 | -0,029 | 0,122  |      |       |       |       |         |         |        |
| E165D | 2A  | 715,9                    | 351,6 | 699,9  | 364,1 | 22,151 | 2,011 | 4,095 | 2,057 | 3,954 | -0,070 | 0,169  |      |       |       |       |         |         |        |
| E165E | 2A  | 705,3                    | 350,9 | 690,9  | 362,3 | 21,957 | 2,024 | 4,067 | 2,066 | 3,939 | -0,020 | 0,205  |      |       |       |       |         |         |        |
| E171D | 2A  | 712,3                    | 340,0 | 697,4  | 361,8 | 21,896 | 1,998 | 4,186 | 2,041 | 3,934 | -0,174 | 0,156  |      |       |       |       |         |         |        |
| E171E | 2A  | 719,5                    | 353,7 | 694,4  | 369,0 | 22,361 | 2,020 | 4,109 | 2,093 | 3,939 | -0,066 | 0,268  |      |       |       |       |         |         |        |
| E175D | 2A  | 722,0                    | 348,5 | 708,3  | 366,8 | 22,749 | 2,048 | 4,243 | 2,088 | 4,031 | -0,134 | 0,148  |      |       |       |       |         |         |        |
| E175E | 2A  | 723,5                    | 351,9 | 697,8  | 364,7 | 22,223 | 1,997 | 4,105 | 2,070 | 3,961 | -0,106 | 0,190  |      |       |       |       |         |         |        |
| E181D | 2A  | 720,5                    | 351,2 | 701,0  | 369,3 | 22,059 | 1,990 | 4,083 | 2,045 | 3,883 | -0,098 | 0,227  |      |       |       |       |         |         |        |
| E181E | 2A  | 727,4                    | 356,4 | 704,3  | 365,2 | 22,249 | 1,988 | 4,058 | 2,053 | 3,960 | -0,079 | 0,154  |      |       |       |       |         |         |        |
| E185D | 2A  | 719,1                    | 352,3 | 715,7  | 369,3 | 21,965 | 1,985 | 4,053 | 1,995 | 3,866 | -0,079 | 0,132  |      |       |       |       |         |         |        |
| E185E | 2A  | 729,7                    | 366,5 | 694,5  | 361,0 | 22,226 | 1,980 | 3,942 | 2,080 | 4,002 | 0,018  | 0,165  |      |       |       |       |         |         |        |
| E191D | 2A  | 718,5                    | 351,3 | 706,2  | 363,9 | 21,606 | 1,955 | 3,998 | 1,989 | 3,859 | -0,087 | 0,126  |      |       |       |       |         |         |        |
| E191E | 2A  | 688,5                    | 348,7 | 692,1  | 360,8 | 21,828 | 2,061 | 4,069 | 2,050 | 3,932 | 0,052  | 0,178  |      |       |       |       |         |         |        |
| E195D | 2A  | 694,4                    | 349,8 | 695,1  | 363,4 | 22,395 | 2,096 | 4,161 | 2,094 | 4,006 | 0,030  | 0,191  |      |       |       |       |         |         |        |
| E195E | 2A  | 707,8                    | 348,7 | 705,6  | 365,3 | 21,782 | 2,000 | 4,060 | 2,007 | 3,876 | -0,058 | 0,147  |      |       |       |       |         |         |        |
| E201D | 2A  | 713,6                    | 352,3 | 697,3  | 364,4 | 21,802 | 1,986 | 4,023 | 2,032 | 3,889 | -0,050 | 0,189  |      |       |       |       |         |         |        |
| E201E | 2A  | 716,0                    | 353,5 | 684,8  | 364,2 | 22,284 | 2,023 | 4,097 | 2,115 | 3,977 | -0,050 | 0,272  |      |       |       |       |         |         |        |
| E205D | 2A  | 720,7                    | 349,0 | 701,2  | 362,1 | 21,939 | 1,979 | 4,086 | 2,034 | 3,938 | -0,122 | 0,136  |      |       |       |       |         |         |        |
| E205E | 2A  | 708,3                    | 353,9 | 706,1  | 366,2 | 22,272 | 2,044 | 4,091 | 2,050 | 3,953 | -0,003 | 0,155  |      |       |       |       |         |         |        |
| E011D | 4A  | 1272,4                   | 623,7 | 1379,6 | 615,7 | 20,363 | 1,040 | 2,122 | 0,959 | 2,150 | -0,039 | -0,194 | 1    | 1,066 | 2,183 | 1,004 | 2,188   | -0,046  | -0,152 |
| E011E | 4A  | 1258,4                   | 620,0 | 1328,2 | 615,2 | 20,675 | 1,068 | 2,167 | 1,012 | 2,184 | -0,029 | -0,137 | 2    | 1,087 | 2,183 | 1,016 | 2,190   | -0,008  | -0,135 |
| E015D | 4A  | 1276,0                   | 622,8 | 1360,8 | 623,5 | 19,952 | 1,016 | 2,082 | 0,953 | 2,080 | -0,047 | -0,154 | 3    | 1,060 | 2,178 | 0,995 | 2,151   | -0,050  | -0,138 |
| E015E | 4A  | 1295,3                   | 624,3 | 1348,2 | 630,1 | 22,673 | 1,138 | 2,361 | 1,093 | 2,339 | -0,070 | -0,123 | 4    | 1,126 | 2,284 | 1,058 | 2,266   | -0,028  | -0,123 |
| E021D | 4A  | 1250,6                   | 611,4 | 1343,5 | 619,2 | 21,531 | 1,119 | 2,289 | 1,042 | 2,260 | -0,043 | -0,145 | 5    | 1,134 | 2,307 | 1,066 | 2,277   | -0,033  | -0,120 |

4A

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

|       |     | POLY COLUMA DA ESQUERDA |       |        |       |        |       |       |       |       |        |        |    |       |       |       |       |        |        |
|-------|-----|-------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|----|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| DIE   | POS | R1X                     | R2X   | R1Y    | R2Y   | RS     | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA  | DELTA  |    | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA  | DELTA  |
| E02IE | 4A  | 1269,4                  | 631,4 | 1349,2 | 629,0 | 21,172 | 1,084 | 2,180 | 1,020 | 2,188 | -0,010 | -0,127 | 6  | 1,141 | 2,316 | 1,066 | 2,298 | -0,029 | -0,134 |
| E02SD | 4A  | 1261,9                  | 626,8 | 1332,6 | 616,7 | 19,733 | 1,016 | 2,046 | 0,962 | 2,080 | -0,013 | -0,139 | 7  | 1,120 | 2,277 | 1,067 | 2,243 | -0,031 | -0,093 |
| E02SE | 4A  | 1226,6                  | 624,1 | 1333,0 | 619,7 | 21,293 | 1,128 | 2,218 | 1,038 | 2,233 | 0,036  | -0,131 | 8  | 1,137 | 2,320 | 1,077 | 2,269 | -0,039 | -0,096 |
| E03ID | 4A  | 1271,1                  | 629,6 | 1367,0 | 625,5 | 20,893 | 1,068 | 2,157 | 0,993 | 2,171 | -0,019 | -0,156 | 9  | 1,083 | 2,202 | 1,030 | 2,193 | -0,032 | -0,114 |
| E03IE | 4A  | 1265,3                  | 632,3 | 1361,6 | 631,3 | 20,085 | 1,032 | 2,065 | 0,959 | 2,068 | -0,001 | -0,136 | 10 | 1,136 | 2,296 | 1,075 | 2,263 | -0,020 | -0,094 |
| E03SD | 4A  | 1278,7                  | 618,1 | 1335,0 | 625,3 | 20,711 | 1,053 | 2,178 | 1,008 | 2,153 | -0,064 | -0,119 | 11 | 1,127 | 2,265 | 1,054 | 2,243 | -0,010 | -0,112 |
| E03SE | 4A  | 1272,4                  | 597,6 | 1353,1 | 624,6 | 21,847 | 1,085 | 2,311 | 1,021 | 2,211 | -0,114 | -0,143 | 12 | 1,109 | 2,241 | 1,053 | 2,208 | -0,019 | -0,088 |
| E04ID | 4A  | 1259,5                  | 623,6 | 1388,5 | 626,3 | 21,843 | 1,127 | 2,277 | 1,023 | 2,267 | -0,019 | -0,178 | 13 | 1,162 | 2,347 | 1,093 | 2,310 | -0,018 | -0,100 |
| E04IE | 4A  | 1274,0                  | 627,0 | 1344,6 | 642,1 | 21,358 | 1,090 | 2,214 | 1,032 | 2,162 | -0,031 | -0,086 | 14 | 1,144 | 2,324 | 1,078 | 2,302 | -0,029 | -0,118 |
| E04SD | 4A  | 1274,5                  | 626,1 | 1363,3 | 629,0 | 22,439 | 1,144 | 2,330 | 1,070 | 2,319 | -0,034 | -0,143 | 15 | 1,145 | 2,337 | 1,085 | 2,307 | -0,039 | -0,111 |
| E04SE | 4A  | 1260,0                  | 621,3 | 1300,3 | 621,3 | 22,133 | 1,142 | 2,315 | 1,106 | 2,315 | -0,027 | -0,085 | 16 | 1,115 | 2,301 | 1,056 | 2,237 | -0,060 | -0,106 |
| E05ID | 4A  | 1263,5                  | 625,6 | 1364,9 | 644,0 | 21,039 | 1,082 | 2,186 | 1,002 | 2,124 | -0,019 | -0,107 | 17 | 1,107 | 2,261 | 1,045 | 2,213 | -0,040 | -0,103 |
| E05IE | 4A  | 1273,2                  | 620,0 | 1367,6 | 636,8 | 22,598 | 1,154 | 2,369 | 1,074 | 2,307 | -0,051 | -0,129 | 18 | 1,100 | 2,232 | 1,027 | 2,172 | -0,027 | -0,103 |
| E05SD | 4A  | 1291,5                  | 631,0 | 1344,6 | 624,0 | 22,848 | 1,150 | 2,354 | 1,105 | 2,380 | -0,045 | -0,134 | 19 | 1,156 | 2,321 | 1,083 | 2,300 | -0,006 | -0,110 |
| E05SE | 4A  | 1268,2                  | 628,0 | 1346,1 | 633,9 | 22,413 | 1,149 | 2,320 | 1,082 | 2,298 | -0,019 | -0,110 | 20 | 1,112 | 2,259 | 1,054 | 2,211 | -0,029 | -0,090 |
| E06ID | 4A  | 1281,0                  | 624,2 | 1382,5 | 642,0 | 22,765 | 1,155 | 2,371 | 1,070 | 2,305 | -0,050 | -0,133 |    |       |       |       |       |        |        |
| E06IE | 4A  | 1283,2                  | 632,7 | 1368,6 | 627,7 | 22,930 | 1,161 | 2,356 | 1,089 | 2,374 | -0,027 | -0,153 |    | 1,118 | 2,272 | 1,054 | 2,242 | -0,030 | -0,112 |
| E06SD | 4A  | 1282,3                  | 635,0 | 1377,4 | 637,5 | 21,900 | 1,110 | 2,242 | 1,033 | 2,233 | -0,019 | -0,138 |    | 0,028 | 0,052 | 0,027 | 0,048 | 0,014  | 0,017  |
| E06SE | 4A  | 1275,0                  | 631,5 | 1350,6 | 635,3 | 22,289 | 1,136 | 2,294 | 1,073 | 2,280 | -0,019 | -0,112 |    |       |       |       |       |        |        |
| E07ID | 4A  | 1277,0                  | 637,0 | 1384,2 | 644,8 | 21,259 | 1,082 | 2,169 | 0,998 | 2,143 | -0,005 | -0,128 |    |       |       |       |       |        |        |
| E07IE | 4A  | 1300,4                  | 637,0 | 1343,6 | 652,9 | 23,124 | 1,156 | 2,360 | 1,119 | 2,302 | -0,040 | -0,055 |    |       |       |       |       |        |        |
| E07SD | 4A  | 1302,3                  | 642,0 | 1367,1 | 644,2 | 23,005 | 1,148 | 2,329 | 1,094 | 2,321 | -0,028 | -0,109 |    |       |       |       |       |        |        |
| E07SE | 4A  | 1289,8                  | 628,0 | 1338,8 | 641,0 | 21,736 | 1,095 | 2,250 | 1,055 | 2,204 | -0,051 | -0,081 |    |       |       |       |       |        |        |
| E08ID | 4A  | 1299,3                  | 631,9 | 1371,2 | 644,4 | 22,840 | 1,143 | 2,349 | 1,083 | 2,304 | -0,053 | -0,113 |    |       |       |       |       |        |        |
| E08IE | 4A  | 1286,1                  | 627,4 | 1373,3 | 649,8 | 22,643 | 1,144 | 2,346 | 1,072 | 2,265 | -0,048 | -0,102 |    |       |       |       |       |        |        |
| E08SD | 4A  | 1287,1                  | 636,4 | 1351,8 | 651,9 | 23,027 | 1,163 | 2,352 | 1,107 | 2,296 | -0,022 | -0,069 |    |       |       |       |       |        |        |
| E08SE | 4A  | 1302,4                  | 640,6 | 1366,7 | 647,4 | 22,017 | 1,099 | 2,234 | 1,047 | 2,210 | -0,032 | -0,100 |    |       |       |       |       |        |        |
| E09ID | 4A  | 1306,8                  | 632,9 | 1388,3 | 631,9 | 20,450 | 1,017 | 2,100 | 0,957 | 2,104 | -0,061 | -0,165 |    |       |       |       |       |        |        |
| E09IE | 4A  | 1307,0                  | 643,5 | 1378,5 | 650,2 | 22,992 | 1,143 | 2,322 | 1,084 | 2,298 | -0,030 | -0,107 |    |       |       |       |       |        |        |
| E09SD | 4A  | 1306,0                  | 645,5 | 1375,1 | 645,8 | 22,125 | 1,101 | 2,228 | 1,046 | 2,227 | -0,023 | -0,114 |    |       |       |       |       |        |        |
| E09SE | 4A  | 1304,9                  | 647,3 | 1352,6 | 651,2 | 21,467 | 1,069 | 2,156 | 1,032 | 2,143 | -0,016 | -0,072 |    |       |       |       |       |        |        |
| E10ID | 4A  | 1292,5                  | 648,9 | 1391,1 | 650,5 | 23,548 | 1,184 | 2,359 | 1,100 | 2,353 | 0,008  | -0,122 |    |       |       |       |       |        |        |
| E10IE | 4A  | 1306,5                  | 634,3 | 1378,0 | 661,0 | 23,002 | 1,144 | 2,357 | 1,085 | 2,262 | -0,056 | -0,078 |    |       |       |       |       |        |        |
| E10SD | 4A  | 1291,3                  | 636,1 | 1332,5 | 643,3 | 21,753 | 1,095 | 2,223 | 1,061 | 2,198 | -0,029 | -0,067 |    |       |       |       |       |        |        |
| E10SE | 4A  | 1307,6                  | 652,6 | 1389,4 | 654,4 | 22,530 | 1,120 | 2,244 | 1,054 | 2,238 | -0,004 | -0,110 |    |       |       |       |       |        |        |
| E11ID | 4A  | 1289,7                  | 645,3 | 1385,0 | 649,2 | 22,839 | 1,151 | 2,301 | 1,072 | 2,287 | 0,001  | -0,118 |    |       |       |       |       |        |        |
| E11IE | 4A  | 1293,7                  | 642,3 | 1385,3 | 655,7 | 21,176 | 1,064 | 2,143 | 0,994 | 2,099 | -0,014 | -0,101 |    |       |       |       |       |        |        |
| E11SD | 4A  | 1306,9                  | 650,9 | 1392,3 | 642,2 | 23,138 | 1,151 | 2,311 | 1,080 | 2,342 | -0,008 | -0,144 |    |       |       |       |       |        |        |
| E11SE | 4A  | 1293,0                  | 639,9 | 1377,0 | 657,2 | 22,695 | 1,141 | 2,305 | 1,071 | 2,245 | -0,020 | -0,087 |    |       |       |       |       |        |        |
| E12ID | 4A  | 1290,8                  | 633,0 | 1358,0 | 637,0 | 21,639 | 1,090 | 2,222 | 1,036 | 2,208 | -0,038 | -0,117 |    |       |       |       |       |        |        |
| E12IE | 4A  | 1301,1                  | 631,7 | 1357,7 | 649,3 | 22,800 | 1,139 | 2,346 | 1,092 | 2,282 | -0,056 | -0,083 |    |       |       |       |       |        |        |
| E12SD | 4A  | 1307,1                  | 654,4 | 1364,4 | 655,8 | 20,476 | 1,018 | 2,034 | 0,975 | 2,029 | 0,003  | -0,075 |    |       |       |       |       |        |        |
| E12SE | 4A  | 1288,3                  | 648,8 | 1384,5 | 663,7 | 23,596 | 1,191 | 2,364 | 1,108 | 2,311 | 0,015  | -0,079 |    |       |       |       |       |        |        |
| E13ID | 4A  | 1273,3                  | 632,2 | 1387,2 | 634,3 | 23,388 | 1,194 | 2,405 | 1,096 | 2,397 | -0,014 | -0,158 |    |       |       |       |       |        |        |
| E13IE | 4A  | 1300,1                  | 631,9 | 1352,1 | 653,1 | 23,522 | 1,176 | 2,420 | 1,131 | 2,341 | -0,054 | -0,066 |    |       |       |       |       |        |        |
| E13SD | 4A  | 1288,8                  | 639,3 | 1378,6 | 651,5 | 23,435 | 1,182 | 2,383 | 1,105 | 2,338 | -0,016 | -0,104 |    |       |       |       |       |        |        |
| E13SE | 4A  | 1273,6                  | 640,3 | 1342,5 | 645,5 | 21,485 | 1,096 | 2,181 | 1,040 | 2,163 | 0,011  | -0,074 |    |       |       |       |       |        |        |
| E14ID | 4A  | 1288,5                  | 631,1 | 1361,7 | 629,8 | 21,172 | 1,068 | 2,181 | 1,011 | 2,185 | -0,040 | -0,139 |    |       |       |       |       |        |        |
| E14IE | 4A  | 1278,3                  | 612,9 | 1362,0 | 633,3 | 23,961 | 1,218 | 2,541 | 1,143 | 2,459 | -0,079 | -0,131 |    |       |       |       |       |        |        |
| E14SD | 4A  | 1264,8                  | 633,7 | 1360,8 | 634,6 | 22,991 | 1,182 | 2,358 | 1,098 | 2,355 | 0,004  | -0,126 |    |       |       |       |       |        |        |
| E14SE | 4A  | 1273,8                  | 636,8 | 1328,8 | 638,4 | 21,705 | 1,108 | 2,215 | 1,062 | 2,210 | -0,000 | -0,075 |    |       |       |       |       |        |        |
| E15ID | 4A  | 1296,4                  | 632,8 | 1370,6 | 644,3 | 22,922 | 1,149 | 2,355 | 1,087 | 2,312 | -0,046 | -0,113 |    |       |       |       |       |        |        |
| E15IE | 4A  | 1302,9                  | 632,9 | 1364,5 | 655,8 | 22,501 | 1,123 | 2,311 | 1,072 | 2,230 | -0,055 | -0,075 |    |       |       |       |       |        |        |
| E15SD | 4A  | 1295,3                  | 644,6 | 1355,2 | 631,1 | 23,015 | 1,155 | 2,321 | 1,104 | 2,370 | -0,009 | -0,128 |    |       |       |       |       |        |        |
| E15SE | 4A  | 1284,8                  | 628,1 | 1375,9 | 640,3 | 22,807 | 1,154 | 2,360 | 1,077 | 2,315 | -0,044 | -0,130 |    |       |       |       |       |        |        |

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

|       |     |        | POLY COLUMA DA ESQUERDA |        |       |        |       |       |       |       |        |        |      |       |       |       |         |         |        |
|-------|-----|--------|-------------------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|-------|-------|-------|---------|---------|--------|
| DIE   | POS | RIX    | R2X                     | R1Y    | R2Y   | RS     | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA  | DELTA  | LM1X | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTAMX | DELTAMY |        |
| E161D | 4A  | 1299,0 | 635,5                   | 1360,8 | 644,1 | 22,009 | 1,101 | 2,251 | 1,051 | 2,221 | -0,042 | -0,101 |      |       |       |       |         |         |        |
| E161E | 4A  | 1310,5 | 632,0                   | 1370,7 | 652,2 | 21,759 | 1,079 | 2,238 | 1,032 | 2,169 | -0,069 | -0,092 |      |       |       |       |         |         |        |
| E165D | 4A  | 1297,9 | 624,8                   | 1383,2 | 650,0 | 22,610 | 1,132 | 2,352 | 1,062 | 2,261 | -0,072 | -0,113 |      |       |       |       |         |         |        |
| E165E | 4A  | 1290,4 | 626,1                   | 1371,0 | 643,1 | 22,748 | 1,146 | 2,362 | 1,078 | 2,299 | -0,058 | -0,116 |      |       |       |       |         |         |        |
| E171D | 4A  | 1319,2 | 642,1                   | 1395,9 | 650,6 | 23,765 | 1,171 | 2,406 | 1,107 | 2,374 | -0,052 | -0,127 |      |       |       |       |         |         |        |
| E171E | 4A  | 1295,0 | 642,4                   | 1387,0 | 657,5 | 21,268 | 1,068 | 2,152 | 0,997 | 2,103 | -0,016 | -0,099 |      |       |       |       |         |         |        |
| E175D | 4A  | 1300,9 | 638,4                   | 1390,2 | 651,1 | 21,875 | 1,093 | 2,227 | 1,023 | 2,184 | -0,036 | -0,119 |      |       |       |       |         |         |        |
| E175E | 4A  | 1300,4 | 631,0                   | 1349,4 | 650,6 | 21,919 | 1,096 | 2,258 | 1,056 | 2,190 | -0,057 | -0,069 |      |       |       |       |         |         |        |
| E181D | 4A  | 1277,3 | 639,6                   | 1393,0 | 647,4 | 21,661 | 1,102 | 2,201 | 1,011 | 2,175 | 0,003  | -0,132 |      |       |       |       |         |         |        |
| E181E | 4A  | 1282,7 | 643,0                   | 1377,0 | 653,8 | 21,972 | 1,113 | 2,221 | 1,037 | 2,184 | 0,005  | -0,096 |      |       |       |       |         |         |        |
| E185D | 4A  | 1300,6 | 637,8                   | 1385,2 | 657,8 | 21,469 | 1,073 | 2,188 | 1,007 | 2,121 | -0,038 | -0,096 |      |       |       |       |         |         |        |
| E185E | 4A  | 1313,1 | 629,9                   | 1386,7 | 660,7 | 22,455 | 1,112 | 2,317 | 1,053 | 2,209 | -0,078 | -0,090 |      |       |       |       |         |         |        |
| E191D | 4A  | 1285,1 | 630,4                   | 1377,9 | 640,6 | 23,126 | 1,170 | 2,385 | 1,091 | 2,347 | -0,037 | -0,131 |      |       |       |       |         |         |        |
| E191E | 4A  | 1290,8 | 646,8                   | 1348,5 | 642,8 | 21,962 | 1,106 | 2,207 | 1,059 | 2,221 | 0,004  | -0,089 |      |       |       |       |         |         |        |
| E195D | 4A  | 1293,4 | 627,1                   | 1366,8 | 642,0 | 23,658 | 1,189 | 2,452 | 1,125 | 2,395 | -0,059 | -0,114 |      |       |       |       |         |         |        |
| E195E | 4A  | 1244,2 | 642,7                   | 1364,4 | 643,6 | 22,160 | 1,158 | 2,241 | 1,056 | 2,238 | 0,068  | -0,107 |      |       |       |       |         |         |        |
| E201D | 4A  | 1298,3 | 643,8                   | 1393,2 | 656,7 | 23,066 | 1,155 | 2,329 | 1,076 | 2,283 | -0,016 | -0,108 |      |       | 5A    |       |         |         |        |
| E201E | 4A  | 1279,6 | 641,2                   | 1375,5 | 648,3 | 20,240 | 1,028 | 2,052 | 0,956 | 2,029 | 0,004  | -0,108 |      |       |       |       |         |         |        |
| E205D | 4A  | 1306,9 | 631,6                   | 1371,1 | 647,3 | 22,084 | 1,098 | 2,273 | 1,047 | 2,218 | -0,065 | -0,106 |      |       |       |       |         |         |        |
| E205E | 4A  | 1306,0 | 640,0                   | 1343,5 | 658,3 | 23,449 | 1,167 | 2,382 | 1,134 | 2,315 | -0,039 | -0,039 |      |       |       |       |         |         |        |
| E011D | 5A  | 1345,7 | 636,2                   | 1243,8 | 602,8 | 21,803 | 1,053 | 2,228 | 1,139 | 2,351 | -0,103 | -0,060 | 1    | 1,027 | 2,168 | 1,079 | 2,274   | -0,099  | -0,096 |
| E011E | 5A  | 1320,2 | 628,5                   | 1281,6 | 614,8 | 20,125 | 0,991 | 2,081 | 1,021 | 2,128 | -0,091 | -0,078 | 2    | 1,089 | 2,283 | 1,143 | 2,363   | -0,088  | -0,063 |
| E015D | 5A  | 1340,9 | 611,9                   | 1265,4 | 593,3 | 20,585 | 0,998 | 2,187 | 1,057 | 2,255 | -0,161 | -0,117 | 3    | 1,063 | 2,173 | 1,101 | 2,291   | -0,042  | -0,074 |
| E015E | 5A  | 1328,4 | 650,2                   | 1288,8 | 599,5 | 21,789 | 1,066 | 2,178 | 1,099 | 2,362 | -0,041 | -0,130 | 4    | 1,073 | 2,224 | 1,103 | 2,293   | -0,067  | -0,072 |
| E021D | 5A  | 1314,0 | 621,1                   | 1229,4 | 594,5 | 21,087 | 1,043 | 2,207 | 1,115 | 2,306 | -0,104 | -0,064 | 5    | 1,089 | 2,255 | 1,125 | 2,317   | -0,067  | -0,056 |
| E021E | 5A  | 1307,2 | 628,1                   | 1257,8 | 604,8 | 22,091 | 1,098 | 2,286 | 1,142 | 2,374 | -0,075 | -0,074 | 6    | 1,082 | 2,262 | 1,128 | 2,342   | -0,081  | -0,070 |
| E025D | 5A  | 1290,1 | 616,5                   | 1212,3 | 598,5 | 22,396 | 1,128 | 2,361 | 1,201 | 2,432 | -0,085 | -0,025 | 7    | 1,103 | 2,293 | 1,147 | 2,351   | -0,070  | -0,047 |
| E025E | 5A  | 1302,3 | 621,1                   | 1269,4 | 604,6 | 21,763 | 1,086 | 2,278 | 1,114 | 2,340 | -0,088 | -0,091 | 8    | 1,076 | 2,224 | 1,143 | 2,316   | -0,062  | -0,025 |
| E031D | 5A  | 1323,2 | 640,4                   | 1253,7 | 603,0 | 21,721 | 1,067 | 2,205 | 1,126 | 2,341 | -0,062 | -0,073 | 9    | 1,111 | 2,317 | 1,168 | 2,387   | -0,078  | -0,042 |
| E031E | 5A  | 1307,6 | 638,2                   | 1264,8 | 615,0 | 20,613 | 1,025 | 2,099 | 1,059 | 2,179 | -0,047 | -0,054 | 10   | 1,086 | 2,222 | 1,140 | 2,314   | -0,044  | -0,028 |
| E035D | 5A  | 1286,8 | 628,0                   | 1242,5 | 595,5 | 21,127 | 1,067 | 2,187 | 1,105 | 2,306 | -0,047 | -0,080 | 11   | 1,071 | 2,197 | 1,125 | 2,307   | -0,049  | -0,048 |
| E035E | 5A  | 1288,4 | 639,7                   | 1263,9 | 602,0 | 21,646 | 1,092 | 2,199 | 1,113 | 2,337 | -0,014 | -0,090 | 12   | 1,075 | 2,228 | 1,126 | 2,314   | -0,066  | -0,052 |
| E041D | 5A  | 1330,7 | 619,4                   | 1242,4 | 608,9 | 20,838 | 1,018 | 2,187 | 1,090 | 2,224 | -0,129 | -0,039 | 13   | 1,076 | 2,253 | 1,147 | 2,310   | -0,084  | -0,013 |
| E041E | 5A  | 1339,4 | 638,6                   | 1299,1 | 613,2 | 22,241 | 1,079 | 2,264 | 1,113 | 2,358 | -0,089 | -0,106 | 14   | 1,111 | 2,316 | 1,170 | 2,371   | -0,076  | -0,026 |
| E045D | 5A  | 1282,5 | 629,1                   | 1266,7 | 610,2 | 22,532 | 1,142 | 2,328 | 1,156 | 2,400 | -0,037 | -0,071 | 15   | 1,103 | 2,276 | 1,156 | 2,358   | -0,059  | -0,037 |
| E045E | 5A  | 1284,6 | 638,6                   | 1284,7 | 617,7 | 20,796 | 1,052 | 2,117 | 1,052 | 2,188 | -0,011 | -0,074 | 16   | 1,076 | 2,229 | 1,130 | 2,296   | -0,066  | -0,031 |
| E051D | 5A  | 1325,4 | 638,8                   | 1265,6 | 627,3 | 22,508 | 1,104 | 2,290 | 1,156 | 2,332 | -0,070 | -0,017 | 17   | 1,112 | 2,351 | 1,171 | 2,381   | -0,102  | -0,031 |
| E051E | 5A  | 1328,7 | 646,1                   | 1270,1 | 622,7 | 21,930 | 1,073 | 2,206 | 1,122 | 2,289 | -0,053 | -0,038 | 18   | 1,113 | 2,284 | 1,174 | 2,352   | -0,050  | -0,003 |
| E055D | 5A  | 1304,2 | 623,5                   | 1278,7 | 609,0 | 21,884 | 1,091 | 2,281 | 1,112 | 2,336 | -0,084 | -0,091 | 19   | 1,052 | 2,155 | 1,095 | 2,230   | -0,046  | -0,034 |
| E055E | 5A  | 1314,0 | 636,9                   | 1288,4 | 617,9 | 21,976 | 1,087 | 2,243 | 1,109 | 2,312 | -0,059 | -0,078 | 20   | 1,103 | 2,267 | 1,141 | 2,323   | -0,053  | -0,035 |
| E061D | 5A  | 1348,2 | 630,0                   | 1285,2 | 609,0 | 22,155 | 1,068 | 2,286 | 1,120 | 2,365 | -0,123 | -0,099 |      |       |       |       |         |         |        |
| E061E | 5A  | 1353,6 | 638,0                   | 1289,2 | 624,1 | 21,714 | 1,043 | 2,212 | 1,095 | 2,261 | -0,108 | -0,062 |      | 1,085 | 2,249 | 1,136 | 2,324   | -0,067  | -0,044 |
| E065D | 5A  | 1344,0 | 638,4                   | 1259,8 | 608,9 | 22,771 | 1,101 | 2,318 | 1,175 | 2,431 | -0,095 | -0,065 |      | 0,022 | 0,051 | 0,026 | 0,038   | 0,017   | 0,022  |
| E065E | 5A  | 1283,8 | 642,1                   | 1276,1 | 619,8 | 22,026 | 1,115 | 2,230 | 1,122 | 2,310 | 0,001  | -0,056 |      |       |       |       |         |         |        |
| E071D | 5A  | 1335,5 | 645,6                   | 1277,5 | 618,0 | 22,175 | 1,079 | 2,233 | 1,128 | 2,332 | -0,064 | -0,063 |      |       |       |       |         |         |        |
| E071E | 5A  | 1367,6 | 653,7                   | 1305,0 | 633,6 | 23,342 | 1,109 | 2,321 | 1,163 | 2,395 | -0,084 | -0,056 |      |       |       |       |         |         |        |
| E075D | 5A  | 1311,2 | 612,9                   | 1257,6 | 619,3 | 22,353 | 1,108 | 2,371 | 1,155 | 2,346 | -0,122 | -0,030 |      |       |       |       |         |         |        |
| E075E | 5A  | 1322,4 | 657,6                   | 1293,0 | 633,5 | 22,730 | 1,117 | 2,247 | 1,143 | 2,332 | -0,011 | -0,039 |      |       |       |       |         |         |        |
| E081D | 5A  | 1369,7 | 639,8                   | 1253,3 | 622,2 | 21,006 | 0,997 | 2,134 | 1,089 | 2,194 | -0,123 | -0,014 |      |       |       |       |         |         |        |
| E081E | 5A  | 1365,7 | 655,5                   | 1280,4 | 639,5 | 23,197 | 1,104 | 2,300 | 1,178 | 2,358 | -0,077 | -0,002 |      |       |       |       |         |         |        |
| E085D | 5A  | 1334,9 | 652,6                   | 1259,8 | 615,9 | 22,626 | 1,102 | 2,254 | 1,167 | 2,388 | -0,044 | -0,043 |      |       |       |       |         |         |        |
| E085E | 5A  | 1328,9 | 662,6                   | 1284,3 | 629,5 | 22,497 | 1,100 | 2,207 | 1,139 | 2,323 | -0,006 | -0,039 |      |       |       |       |         |         |        |
| E091D | 5A  | 1369,5 | 654,2                   | 1249,3 | 625,3 | 23,109 | 1,097 | 2,296 | 1,202 | 2,402 | -0,085 | 0,002  |      |       |       |       |         |         |        |
| E091E | 5A  | 1378,8 | 648,2                   | 1290,7 | 637,1 | 23,190 | 1,093 | 2,325 | 1,168 | 2,366 | -0,113 | -0,025 |      |       |       |       |         |         |        |
| E095D | 5A  | 1322,0 | 641,8                   | 1307,3 | 633,4 | 22,971 | 1,129 | 2,326 | 1,142 | 2,357 | -0,056 | -0,060 |      |       |       |       |         |         |        |

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

|       |     | POLY COLUNA DA ESQUERDA |       |        |       |        |       |       |       |       |        |        |      |       |       |       |         |         |       |
|-------|-----|-------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|
| DIE   | POS | R1X                     | R2X   | R1Y    | R2Y   | R5     | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTA  | DELTA  | LW1X | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DELTANX | DELTANY |       |
| E09SE | 5A  | 1353,3                  | 656,4 | 1315,2 | 629,1 | 23,435 | 1,126 | 2,321 | 1,158 | 2,421 | -0,058 | -0,083 |      |       |       |       |         |         |       |
| E10ID | 5A  | 1324,0                  | 664,1 | 1267,3 | 630,0 | 21,994 | 1,080 | 2,153 | 1,128 | 2,269 | 0,006  | -0,011 |      |       |       |       |         |         |       |
| E10IE | 5A  | 1387,4                  | 656,0 | 1316,0 | 649,5 | 22,742 | 1,065 | 2,253 | 1,123 | 2,276 | -0,103 | -0,026 |      |       |       |       |         |         |       |
| E10SD | 5A  | 1358,6                  | 652,1 | 1281,2 | 624,0 | 22,065 | 1,056 | 2,199 | 1,119 | 2,298 | -0,077 | -0,051 |      |       |       |       |         |         |       |
| E10SE | 5A  | 1347,2                  | 673,3 | 1291,8 | 638,0 | 23,664 | 1,142 | 2,285 | 1,191 | 2,411 | -0,001 | -0,024 |      |       |       |       |         |         |       |
| E11ID | 5A  | 1354,5                  | 664,9 | 1290,2 | 626,3 | 21,373 | 1,026 | 2,089 | 1,077 | 2,218 | -0,036 | -0,057 |      |       |       |       |         |         |       |
| E11IE | 5A  | 1371,7                  | 658,6 | 1281,3 | 634,9 | 23,179 | 1,098 | 2,288 | 1,176 | 2,373 | -0,076 | -0,018 |      |       |       |       |         |         |       |
| E11SD | 5A  | 1352,9                  | 660,3 | 1292,0 | 630,7 | 22,050 | 1,059 | 2,171 | 1,109 | 2,272 | -0,047 | -0,046 |      |       |       |       |         |         |       |
| E11SE | 5A  | 1350,4                  | 662,8 | 1302,8 | 627,8 | 22,842 | 1,099 | 2,240 | 1,140 | 2,365 | -0,036 | -0,070 |      |       |       |       |         |         |       |
| E12ID | 5A  | 1346,3                  | 642,6 | 1296,6 | 624,7 | 22,755 | 1,099 | 2,302 | 1,141 | 2,368 | -0,087 | -0,070 |      |       |       |       |         |         |       |
| E12IE | 5A  | 1360,1                  | 663,8 | 1302,1 | 631,4 | 21,806 | 1,042 | 2,135 | 1,089 | 2,245 | -0,047 | -0,059 |      |       |       |       |         |         |       |
| E12SD | 5A  | 1358,0                  | 636,6 | 1252,8 | 615,2 | 22,345 | 1,070 | 2,282 | 1,159 | 2,361 | -0,118 | -0,035 |      |       |       |       |         |         |       |
| E12SE | 5A  | 1328,4                  | 659,9 | 1299,4 | 634,7 | 22,284 | 1,090 | 2,195 | 1,115 | 2,282 | -0,013 | -0,045 |      |       |       |       |         |         |       |
| E13ID | 5A  | 1355,4                  | 645,8 | 1254,8 | 622,0 | 21,515 | 1,032 | 2,165 | 1,114 | 2,248 | -0,090 | -0,017 |      |       |       |       |         |         |       |
| E13IE | 5A  | 1349,7                  | 638,0 | 1259,7 | 632,1 | 23,415 | 1,128 | 2,386 | 1,208 | 2,408 | -0,104 | 0,007  |      |       |       |       |         |         |       |
| E13SD | 5A  | 1359,8                  | 635,4 | 1259,7 | 626,8 | 21,933 | 1,048 | 2,244 | 1,132 | 2,274 | -0,123 | -0,010 |      |       |       |       |         |         |       |
| E13SE | 5A  | 1341,1                  | 663,9 | 1298,2 | 638,0 | 22,650 | 1,098 | 2,218 | 1,134 | 2,308 | -0,020 | -0,034 |      |       |       |       |         |         |       |
| E14ID | 5A  | 1357,2                  | 624,9 | 1223,4 | 613,9 | 22,811 | 1,092 | 2,373 | 1,212 | 2,415 | -0,147 | 0,007  |      |       |       |       |         |         |       |
| E14IE | 5A  | 1353,5                  | 635,2 | 1285,1 | 625,4 | 22,581 | 1,084 | 2,311 | 1,142 | 2,347 | -0,116 | -0,052 |      |       |       |       |         |         |       |
| E14SD | 5A  | 1303,5                  | 643,9 | 1255,0 | 610,9 | 22,541 | 1,124 | 2,275 | 1,167 | 2,398 | -0,024 | -0,052 |      |       |       |       |         |         |       |
| E14SE | 5A  | 1301,9                  | 645,2 | 1285,1 | 639,8 | 22,888 | 1,143 | 2,306 | 1,158 | 2,325 | -0,018 | -0,009 |      |       |       |       |         |         |       |
| E15ID | 5A  | 1346,5                  | 643,9 | 1253,7 | 625,1 | 21,861 | 1,055 | 2,207 | 1,133 | 2,273 | -0,084 | -0,006 |      |       |       |       |         |         |       |
| E15IE | 5A  | 1349,5                  | 648,8 | 1285,0 | 632,2 | 23,129 | 1,114 | 2,317 | 1,170 | 2,378 | -0,074 | -0,032 |      |       |       |       |         |         |       |
| E15SD | 5A  | 1336,9                  | 645,4 | 1265,6 | 609,1 | 23,254 | 1,131 | 2,342 | 1,194 | 2,482 | -0,067 | -0,072 |      |       |       |       |         |         |       |
| E15SE | 5A  | 1308,9                  | 650,6 | 1292,3 | 633,2 | 22,407 | 1,113 | 2,239 | 1,127 | 2,300 | -0,012 | -0,039 |      |       |       |       |         |         |       |
| E16ID | 5A  | 1344,4                  | 644,7 | 1262,7 | 626,4 | 22,550 | 1,090 | 2,274 | 1,161 | 2,340 | -0,079 | -0,016 |      |       |       |       |         |         |       |
| E16IE | 5A  | 1359,3                  | 643,9 | 1299,0 | 636,8 | 21,169 | 1,012 | 2,137 | 1,059 | 2,161 | -0,100 | -0,038 |      |       |       |       |         |         |       |
| E16SD | 5A  | 1330,0                  | 645,3 | 1248,2 | 620,8 | 22,294 | 1,090 | 2,246 | 1,161 | 2,334 | -0,058 | -0,011 |      |       |       |       |         |         |       |
| E16SE | 5A  | 1330,4                  | 655,6 | 1300,3 | 630,4 | 22,777 | 1,113 | 2,258 | 1,139 | 2,348 | -0,028 | -0,059 |      |       |       |       |         |         |       |
| E17ID | 5A  | 1356,2                  | 649,8 | 1285,0 | 633,6 | 22,971 | 1,101 | 2,298 | 1,162 | 2,357 | -0,080 | -0,027 |      |       |       |       |         |         |       |
| E17IE | 5A  | 1354,4                  | 644,1 | 1291,9 | 646,9 | 22,357 | 1,073 | 2,256 | 1,125 | 2,246 | -0,093 | 0,003  |      |       |       |       |         |         |       |
| E17SD | 5A  | 1378,9                  | 643,9 | 1280,7 | 628,7 | 23,907 | 1,127 | 2,413 | 1,213 | 2,472 | -0,124 | -0,036 |      |       |       |       |         |         |       |
| E17SE | 5A  | 1359,9                  | 640,8 | 1318,6 | 637,4 | 24,036 | 1,149 | 2,438 | 1,185 | 2,451 | -0,109 | -0,064 |      |       |       |       |         |         |       |
| E18ID | 5A  | 1343,9                  | 656,4 | 1252,0 | 628,6 | 22,958 | 1,110 | 2,273 | 1,192 | 2,374 | -0,045 | 0,008  |      |       |       |       |         |         |       |
| E18IE | 5A  | 1354,8                  | 652,1 | 1283,2 | 644,4 | 23,300 | 1,118 | 2,322 | 1,180 | 2,350 | -0,072 | 0,009  |      |       |       |       |         |         |       |
| E18SD | 5A  | 1330,2                  | 643,0 | 1265,0 | 628,0 | 22,349 | 1,092 | 2,259 | 1,148 | 2,313 | -0,064 | -0,014 |      |       |       |       |         |         |       |
| E18SE | 5A  | 1324,9                  | 656,8 | 1274,9 | 632,2 | 23,047 | 1,131 | 2,281 | 1,175 | 2,370 | -0,017 | -0,016 |      |       |       |       |         |         |       |
| E19ID | 5A  | 1331,4                  | 645,5 | 1262,9 | 618,9 | 20,954 | 1,023 | 2,110 | 1,078 | 2,201 | -0,059 | -0,039 |      |       |       |       |         |         |       |
| E19IE | 5A  | 1357,0                  | 659,1 | 1291,9 | 634,3 | 23,151 | 1,109 | 2,283 | 1,165 | 2,372 | -0,056 | -0,035 |      |       |       |       |         |         |       |
| E19SD | 5A  | 1306,1                  | 641,3 | 1270,3 | 620,5 | 20,818 | 1,036 | 2,110 | 1,065 | 2,181 | -0,035 | -0,045 |      |       |       |       |         |         |       |
| E19SE | 5A  | 1321,5                  | 649,7 | 1281,4 | 635,0 | 21,148 | 1,040 | 2,116 | 1,073 | 2,165 | -0,033 | -0,018 |      |       |       |       |         |         |       |
| E20ID | 5A  | 1362,8                  | 652,5 | 1275,2 | 628,5 | 22,096 | 1,054 | 2,201 | 1,126 | 2,285 | -0,081 | -0,028 |      |       |       |       |         |         |       |
| E20IE | 5A  | 1320,2                  | 643,7 | 1311,3 | 634,9 | 22,050 | 1,086 | 2,227 | 1,093 | 2,257 | -0,048 | -0,061 |      |       |       |       |         |         |       |
| E20SD | 5A  | 1336,5                  | 648,8 | 1286,4 | 630,9 | 23,431 | 1,140 | 2,347 | 1,184 | 2,414 | -0,057 | -0,038 |      |       |       |       |         |         |       |
| E20SE | 5A  | 1335,2                  | 659,6 | 1304,1 | 647,8 | 23,286 | 1,134 | 2,295 | 1,161 | 2,336 | -0,024 | -0,013 |      |       |       |       |         |         |       |
| E01ID | 6A  | 635,9                   | 314,1 | 614,5  | 316,4 | 20,553 | 2,101 | 4,253 | 2,174 | 4,222 | -0,048 | 0,123  | 1    | 2,099 | 4,173 | 2,174 | 4,194   | 0,025   | 0,153 |
| E01IE | 6A  | 634,5                   | 319,1 | 609,4  | 315,7 | 20,196 | 2,069 | 4,114 | 2,154 | 4,158 | 0,023  | 0,150  | 2    | 2,087 | 4,147 | 2,151 | 4,192   | 0,026   | 0,107 |
| E01SD | 6A  | 626,3                   | 320,3 | 606,8  | 315,5 | 20,369 | 2,114 | 4,133 | 2,182 | 4,196 | 0,093  | 0,166  | 3    | 2,159 | 4,243 | 2,221 | 4,289   | 0,072   | 0,148 |
| E01SE | 6A  | 626,3                   | 315,7 | 604,9  | 315,1 | 20,359 | 2,113 | 4,192 | 2,188 | 4,200 | 0,033  | 0,175  | 4    | 2,088 | 4,125 | 2,163 | 4,158   | 0,052   | 0,166 |
| E02ID | 6A  | 642,2                   | 318,8 | 618,8  | 314,0 | 19,765 | 2,001 | 4,030 | 2,076 | 4,091 | -0,028 | 0,060  | 5    | 2,146 | 4,236 | 2,224 | 4,247   | 0,056   | 0,199 |
| E02IE | 6A  | 633,7                   | 315,7 | 612,1  | 316,5 | 19,988 | 2,050 | 4,115 | 2,123 | 4,105 | -0,014 | 0,141  | 6    | 2,179 | 4,294 | 2,245 | 4,314   | 0,065   | 0,170 |
| E02SD | 6A  | 625,9                   | 318,1 | 615,9  | 312,4 | 20,282 | 2,106 | 4,144 | 2,140 | 4,220 | 0,067  | 0,059  | 7    | 2,123 | 4,195 | 2,218 | 4,225   | 0,050   | 0,212 |
| E02SE | 6A  | 625,3                   | 318,9 | 605,5  | 314,8 | 21,084 | 2,192 | 4,297 | 2,263 | 4,353 | 0,082  | 0,166  | 8    | 2,169 | 4,234 | 2,261 | 4,252   | 0,104   | 0,272 |
| E03ID | 6A  | 628,7                   | 322,0 | 607,9  | 319,2 | 20,932 | 2,164 | 4,225 | 2,238 | 4,262 | 0,100  | 0,211  | 9    | 2,161 | 4,264 | 2,233 | 4,271   | 0,056   | 0,192 |
| E03IE | 6A  | 636,2                   | 319,7 | 624,2  | 321,8 | 20,809 | 2,126 | 4,231 | 2,167 | 4,203 | 0,020  | 0,128  | 10   | 2,150 | 4,208 | 2,227 | 4,229   | 0,089   | 0,226 |



MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

|       |     | POLY COLUMNA DA ESQUERDA |       |       |       |        |       |       |       |       |        |       |      |       |       |       |       |       |       |
|-------|-----|--------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DIE   | POS | R1X                      | R2X   | R1Y   | R2Y   | RS     | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA  | DELTA | LM1X | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA | DELTA |       |
| E03SD | 6A  | 630,1                    | 325,9 | 616,1 | 317,1 | 21,261 | 2,193 | 4,240 | 2,243 | 4,358 | 0,143  | 0,121 | 11   | 2,163 | 4,245 | 2,235 | 4,228 | 0,079 | 0,244 |
| E03SE | 6A  | 638,9                    | 321,4 | 615,0 | 317,2 | 21,147 | 2,151 | 4,277 | 2,235 | 4,333 | 0,025  | 0,130 | 12   | 2,166 | 4,227 | 2,245 | 4,257 | 0,102 | 0,234 |
| E04ID | 6A  | 642,8                    | 321,1 | 624,7 | 322,4 | 20,591 | 2,082 | 4,168 | 2,142 | 4,151 | -0,004 | 0,133 | 13   | 2,168 | 4,247 | 2,263 | 4,261 | 0,090 | 0,266 |
| E04IE | 6A  | 648,7                    | 324,2 | 615,4 | 323,2 | 21,362 | 2,140 | 4,283 | 2,256 | 4,296 | -0,002 | 0,212 | 14   | 2,177 | 4,285 | 2,276 | 4,293 | 0,066 | 0,257 |
| E04SD | 6A  | 626,9                    | 328,9 | 618,3 | 321,4 | 21,052 | 2,183 | 4,160 | 2,213 | 4,258 | 0,207  | 0,165 | 15   | 2,232 | 4,352 | 2,314 | 4,358 | 0,106 | 0,264 |
| E04SE | 6A  | 645,2                    | 323,0 | 614,9 | 319,8 | 19,317 | 1,946 | 3,887 | 2,042 | 3,926 | 0,005  | 0,167 | 16   | 2,162 | 4,232 | 2,240 | 4,262 | 0,092 | 0,215 |
| E05ID | 6A  | 654,7                    | 326,6 | 624,8 | 323,7 | 21,910 | 2,175 | 4,360 | 2,279 | 4,399 | -0,009 | 0,150 | 17   | 2,171 | 4,267 | 2,230 | 4,246 | 0,073 | 0,214 |
| E05IE | 6A  | 648,6                    | 327,0 | 627,9 | 327,7 | 21,582 | 2,163 | 4,290 | 2,234 | 4,281 | 0,034  | 0,183 | 18   | 2,210 | 4,293 | 2,295 | 4,334 | 0,122 | 0,252 |
| E05SD | 6A  | 634,1                    | 328,5 | 623,7 | 328,5 | 20,780 | 2,130 | 4,112 | 2,166 | 4,112 | 0,150  | 0,226 | 19   | 2,171 | 4,239 | 2,246 | 4,219 | 0,102 | 0,277 |
| E05SE | 6A  | 642,6                    | 325,2 | 614,1 | 324,3 | 20,932 | 2,117 | 4,184 | 2,216 | 4,195 | 0,049  | 0,238 | 20   | 2,132 | 4,215 | 2,241 | 4,258 | 0,048 | 0,222 |
| E06ID | 6A  | 655,7                    | 324,4 | 619,1 | 325,4 | 21,822 | 2,163 | 4,372 | 2,291 | 4,359 | -0,042 | 0,216 |      |       |       |       |       |       |       |
| E06IE | 6A  | 642,4                    | 328,3 | 636,6 | 327,3 | 21,109 | 2,136 | 4,179 | 2,155 | 4,192 | 0,090  | 0,116 |      | 2,156 | 4,236 | 2,235 | 4,254 | 0,074 | 0,215 |
| E06SD | 6A  | 657,3                    | 328,1 | 628,8 | 326,9 | 21,910 | 2,167 | 4,340 | 2,265 | 4,356 | -0,007 | 0,166 |      | 0,035 | 0,051 | 0,039 | 0,047 | 0,026 | 0,046 |
| E06SE | 6A  | 634,0                    | 333,3 | 629,2 | 328,3 | 21,965 | 2,252 | 4,284 | 2,269 | 4,349 | 0,217  | 0,182 |      |       |       |       |       |       |       |
| E07ID | 6A  | 650,6                    | 328,0 | 623,3 | 328,0 | 21,082 | 2,106 | 4,178 | 2,199 | 4,178 | 0,033  | 0,221 |      |       |       |       |       |       |       |
| E07IE | 6A  | 648,7                    | 332,1 | 635,6 | 329,7 | 21,446 | 2,149 | 4,198 | 2,193 | 4,228 | 0,098  | 0,156 |      |       |       |       |       |       |       |
| E07SD | 6A  | 663,1                    | 331,9 | 619,1 | 329,9 | 21,611 | 2,118 | 4,232 | 2,269 | 4,258 | 0,004  | 0,281 |      |       |       |       |       |       |       |
| E07SE | 6A  | 657,1                    | 333,9 | 629,3 | 328,8 | 21,425 | 2,119 | 4,171 | 2,213 | 4,235 | 0,066  | 0,188 |      |       |       |       |       |       |       |
| E08ID | 6A  | 664,7                    | 329,8 | 626,7 | 332,9 | 21,616 | 2,114 | 4,260 | 2,242 | 4,221 | -0,030 | 0,266 |      |       |       |       |       |       |       |
| E08IE | 6A  | 663,0                    | 335,7 | 631,4 | 335,7 | 22,045 | 2,161 | 4,268 | 2,269 | 4,268 | 0,051  | 0,271 |      |       |       |       |       |       |       |
| E08SD | 6A  | 648,3                    | 335,0 | 628,8 | 333,5 | 22,036 | 2,209 | 4,276 | 2,278 | 4,295 | 0,139  | 0,259 |      |       |       |       |       |       |       |
| E08SE | 6A  | 641,7                    | 340,2 | 622,8 | 332,6 | 21,623 | 2,190 | 4,131 | 2,257 | 4,226 | 0,257  | 0,292 |      |       |       |       |       |       |       |
| E09ID | 6A  | 659,8                    | 336,0 | 635,3 | 334,5 | 21,330 | 2,101 | 4,126 | 2,182 | 4,145 | 0,075  | 0,224 |      |       |       |       |       |       |       |
| E09IE | 6A  | 668,9                    | 337,2 | 646,0 | 335,8 | 22,476 | 2,184 | 4,332 | 2,261 | 4,351 | 0,033  | 0,165 |      |       |       |       |       |       |       |
| E09SD | 6A  | 656,4                    | 335,6 | 637,1 | 336,9 | 22,020 | 2,181 | 4,265 | 2,247 | 4,248 | 0,092  | 0,245 |      |       |       |       |       |       |       |
| E09SE | 6A  | 666,4                    | 335,0 | 647,5 | 334,2 | 22,320 | 2,177 | 4,331 | 2,241 | 4,341 | 0,022  | 0,133 |      |       |       |       |       |       |       |
| E10ID | 6A  | 660,9                    | 336,6 | 630,5 | 334,0 | 22,102 | 2,174 | 4,268 | 2,279 | 4,301 | 0,076  | 0,253 |      |       |       |       |       |       |       |
| E10IE | 6A  | 657,2                    | 339,1 | 642,6 | 337,6 | 21,316 | 2,108 | 4,086 | 2,156 | 4,104 | 0,132  | 0,214 |      |       |       |       |       |       |       |
| E10SD | 6A  | 658,3                    | 337,4 | 633,7 | 336,4 | 21,861 | 2,159 | 4,212 | 2,242 | 4,224 | 0,103  | 0,263 |      |       |       |       |       |       |       |
| E10SE | 6A  | 663,3                    | 335,3 | 641,4 | 334,0 | 22,019 | 2,158 | 4,268 | 2,231 | 4,285 | 0,045  | 0,173 |      |       |       |       |       |       |       |
| E11ID | 6A  | 669,0                    | 336,2 | 634,8 | 337,8 | 21,955 | 2,133 | 4,245 | 2,248 | 4,225 | 0,020  | 0,275 |      |       |       |       |       |       |       |
| E11IE | 6A  | 664,4                    | 333,9 | 631,8 | 339,1 | 22,315 | 2,183 | 4,344 | 2,296 | 4,277 | 0,021  | 0,317 |      |       |       |       |       |       |       |
| E11SD | 6A  | 651,8                    | 339,5 | 639,7 | 337,6 | 21,554 | 2,149 | 4,127 | 2,190 | 4,150 | 0,174  | 0,235 |      |       |       |       |       |       |       |
| E11SE | 6A  | 658,0                    | 337,0 | 651,2 | 337,4 | 22,115 | 2,185 | 4,266 | 2,207 | 4,260 | 0,100  | 0,150 |      |       |       |       |       |       |       |
| E12ID | 6A  | 659,1                    | 337,2 | 640,5 | 335,1 | 22,096 | 2,179 | 4,259 | 2,242 | 4,286 | 0,095  | 0,194 |      |       |       |       |       |       |       |
| E12IE | 6A  | 658,5                    | 336,6 | 633,8 | 337,0 | 22,429 | 2,214 | 4,331 | 2,300 | 4,326 | 0,091  | 0,271 |      |       |       |       |       |       |       |
| E12SD | 6A  | 653,0                    | 335,5 | 630,2 | 337,1 | 21,530 | 2,143 | 4,171 | 2,221 | 4,151 | 0,113  | 0,300 |      |       |       |       |       |       |       |
| E12SE | 6A  | 661,6                    | 339,6 | 635,0 | 330,4 | 21,670 | 2,129 | 4,148 | 2,218 | 4,263 | 0,109  | 0,169 |      |       |       |       |       |       |       |
| E13ID | 6A  | 661,5                    | 330,9 | 628,2 | 331,9 | 22,097 | 2,171 | 4,341 | 2,286 | 4,327 | 0,002  | 0,240 |      |       |       |       |       |       |       |
| E13IE | 6A  | 655,3                    | 329,8 | 628,2 | 334,4 | 21,954 | 2,178 | 4,327 | 2,272 | 4,267 | 0,026  | 0,276 |      |       |       |       |       |       |       |
| E13SD | 6A  | 649,4                    | 334,8 | 621,6 | 328,3 | 21,776 | 2,180 | 4,228 | 2,277 | 4,311 | 0,128  | 0,239 |      |       |       |       |       |       |       |
| E13SE | 6A  | 641,7                    | 336,4 | 620,6 | 332,6 | 21,174 | 2,145 | 4,091 | 2,218 | 4,138 | 0,204  | 0,310 |      |       |       |       |       |       |       |
| E14ID | 6A  | 656,2                    | 329,6 | 625,0 | 330,9 | 21,898 | 2,169 | 4,318 | 2,277 | 4,301 | 0,018  | 0,250 |      |       |       |       |       |       |       |
| E14IE | 6A  | 649,7                    | 329,3 | 622,3 | 331,0 | 21,860 | 2,187 | 4,315 | 2,283 | 4,293 | 0,056  | 0,273 |      |       |       |       |       |       |       |
| E14SD | 6A  | 652,8                    | 331,3 | 629,7 | 330,2 | 21,656 | 2,156 | 4,249 | 2,235 | 4,263 | 0,061  | 0,205 |      |       |       |       |       |       |       |
| E14SE | 6A  | 644,3                    | 332,3 | 612,8 | 327,9 | 21,760 | 2,195 | 4,256 | 2,308 | 4,314 | 0,130  | 0,302 |      |       |       |       |       |       |       |
| E15ID | 6A  | 651,0                    | 333,0 | 622,3 | 334,4 | 22,184 | 2,215 | 4,330 | 2,317 | 4,312 | 0,094  | 0,323 |      |       |       |       |       |       |       |
| E15IE | 6A  | 656,3                    | 334,8 | 630,7 | 332,6 | 22,697 | 2,248 | 4,406 | 2,339 | 4,436 | 0,083  | 0,231 |      |       |       |       |       |       |       |
| E15SD | 6A  | 645,4                    | 332,7 | 628,1 | 333,1 | 22,285 | 2,244 | 4,354 | 2,306 | 4,349 | 0,128  | 0,258 |      |       |       |       |       |       |       |
| E15SE | 6A  | 649,9                    | 334,3 | 629,5 | 332,9 | 22,203 | 2,221 | 4,317 | 2,293 | 4,335 | 0,119  | 0,245 |      |       |       |       |       |       |       |
| E16ID | 6A  | 657,2                    | 339,6 | 632,1 | 332,0 | 20,849 | 2,062 | 3,990 | 2,144 | 4,082 | 0,139  | 0,213 |      |       |       |       |       |       |       |
| E16IE | 6A  | 662,3                    | 330,3 | 637,3 | 333,6 | 21,697 | 2,129 | 4,270 | 2,213 | 4,228 | -0,010 | 0,197 |      |       |       |       |       |       |       |
| E16SD | 6A  | 648,0                    | 336,8 | 637,5 | 331,0 | 22,035 | 2,210 | 4,253 | 2,247 | 4,327 | 0,165  | 0,160 |      |       |       |       |       |       |       |
| E16SE | 6A  | 652,0                    | 331,9 | 622,1 | 332,1 | 22,537 | 2,247 | 4,414 | 2,355 | 4,411 | 0,074  | 0,290 |      |       |       |       |       |       |       |
| E17ID | 6A  | 670,3                    | 334,7 | 633,8 | 334,2 | 21,957 | 2,129 | 4,264 | 2,252 | 4,270 | -0,005 | 0,231 |      |       |       |       |       |       |       |

MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

| DIE   | POS | POLY COLUMNA DA ESQUERDA |       |       |       |        | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA  | DELTA | LM1X | LM2X | LM1Y | LM2Y | DELTAMX | DELTAMY |
|-------|-----|--------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|------|---------|---------|
|       |     | R1X                      | R2X   | R1Y   | R2Y   | RS     |       |       |       |       |        |       |      |      |      |      |         |         |
| E17IE | 6A  | 655,8                    | 337,8 | 648,0 | 340,7 | 21,129 | 2,094 | 4,066 | 2,119 | 4,031 | 0,125  | 0,217 |      |      |      |      |         |         |
| E17SD | 6A  | 659,6                    | 335,4 | 649,6 | 335,9 | 22,693 | 2,236 | 4,398 | 2,271 | 4,391 | 0,069  | 0,142 |      |      |      |      |         |         |
| E17SE | 6A  | 652,3                    | 334,5 | 636,9 | 338,3 | 22,336 | 2,226 | 4,340 | 2,280 | 4,292 | 0,105  | 0,266 |      |      |      |      |         |         |
| E18ID | 6A  | 654,3                    | 334,2 | 624,4 | 334,3 | 22,448 | 2,230 | 4,366 | 2,337 | 4,365 | 0,088  | 0,305 |      |      |      |      |         |         |
| E18IE | 6A  | 657,1                    | 336,6 | 641,0 | 334,8 | 22,581 | 2,234 | 4,360 | 2,290 | 4,384 | 0,100  | 0,187 |      |      |      |      |         |         |
| E18SD | 6A  | 658,7                    | 342,5 | 633,0 | 337,4 | 22,185 | 2,189 | 4,210 | 2,278 | 4,274 | 0,166  | 0,283 |      |      |      |      |         |         |
| E18SE | 6A  | 661,4                    | 341,2 | 635,6 | 335,2 | 22,240 | 2,186 | 4,237 | 2,274 | 4,313 | 0,131  | 0,232 |      |      |      |      |         |         |
| E19ID | 6A  | 665,6                    | 332,6 | 628,3 | 335,8 | 22,214 | 2,169 | 4,341 | 2,298 | 4,300 | -0,002 | 0,296 |      |      |      |      |         |         |
| E19IE | 6A  | 638,7                    | 335,4 | 628,7 | 333,5 | 21,669 | 2,205 | 4,199 | 2,240 | 4,223 | 0,212  | 0,259 |      |      |      |      |         |         |
| E19SD | 6A  | 639,8                    | 331,7 | 633,8 | 335,6 | 22,047 | 2,240 | 4,320 | 2,261 | 4,270 | 0,153  | 0,251 |      |      |      |      |         |         |
| E19SE | 6A  | 655,9                    | 331,7 | 622,1 | 332,8 | 20,894 | 2,071 | 4,094 | 2,183 | 4,081 | 0,046  | 0,301 |      |      |      |      |         |         |
| E20ID | 6A  | 679,7                    | 341,8 | 641,2 | 338,3 | 22,146 | 2,118 | 4,211 | 2,245 | 4,255 | 0,023  | 0,234 |      |      |      |      |         |         |
| E20IE | 6A  | 667,6                    | 335,6 | 635,6 | 339,2 | 22,130 | 2,155 | 4,286 | 2,263 | 4,241 | 0,022  | 0,289 |      |      |      |      |         |         |
| E20SD | 6A  | 670,9                    | 340,2 | 641,5 | 334,3 | 22,045 | 2,136 | 4,212 | 2,234 | 4,286 | 0,057  | 0,176 |      |      |      |      |         |         |
| E20SE | 6A  | 665,9                    | 340,1 | 635,4 | 332,1 | 21,719 | 2,120 | 4,151 | 2,222 | 4,251 | 0,088  | 0,190 |      |      |      |      |         |         |

## **APÊNDICE III**

### **TABELA DAS MEDIDAS DE LARGURA DE LINHA EM ESTRUTURAS DE METAL**

LWNETA

## MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

6C DIREITA

| DIE | POS   | METAL |       | R1Y   | R2Y   | RS    | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DEL_X | DEL_Y  | LW1X   | LW2X | LW1Y  | LW2Y  | DEL_X | DEL_Y |        |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
|     |       | R1X   | R2X   |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |      |       |       |       |       |        |       |
| 5   | D011D | 6C    | 1,940 | 0,997 | 1,903 | 0,980 | 0,064 | 2,144 | 4,173 | 2,186 | 4,245 | 0,115  | 0,124  | 1    | 2,137 | 4,151 | 2,162 | 4,158 | 0,122  | 0,166 |
| 3   | D011E | 6C    | 1,949 | 0,999 | 1,948 | 1,010 | 0,063 | 2,101 | 4,099 | 2,102 | 4,054 | 0,103  | 0,154  | 2    | 2,063 | 4,075 | 2,100 | 4,122 | 0,056  | 0,078 |
| 7   | D015D | 6C    | 1,908 | 0,984 | 1,865 | 0,967 | 0,063 | 2,129 | 4,129 | 2,178 | 4,201 | 0,130  | 0,154  | 3    | 2,062 | 4,065 | 2,098 | 4,125 | 0,060  | 0,071 |
| 1   | D015E | 6C    | 1,899 | 0,982 | 1,893 | 0,999 | 0,064 | 2,174 | 4,203 | 2,180 | 4,132 | 0,142  | 0,235  | 4    | 2,054 | 4,064 | 2,096 | 4,109 | 0,043  | 0,083 |
| 13  | D021D | 6C    | 2,010 | 1,005 | 1,934 | 0,981 | 0,064 | 2,053 | 4,107 | 2,134 | 4,207 | 0,000  | 0,059  | 5    | 2,046 | 4,065 | 2,080 | 4,103 | 0,028  | 0,058 |
| 11  | D021E | 6C    | 1,992 | 1,011 | 1,956 | 1,007 | 0,063 | 2,056 | 4,050 | 2,094 | 4,067 | 0,061  | 0,122  | 6    | 2,018 | 4,006 | 2,066 | 4,045 | 0,029  | 0,089 |
| 15  | D025D | 6C    | 1,962 | 0,999 | 1,926 | 0,974 | 0,063 | 2,087 | 4,099 | 2,126 | 4,204 | 0,075  | 0,046  | 7    | 2,016 | 4,024 | 2,078 | 4,065 | 0,007  | 0,092 |
| 9   | D025E | 6C    | 1,967 | 1,005 | 1,985 | 1,013 | 0,063 | 2,065 | 4,042 | 2,047 | 4,010 | 0,089  | 0,084  | 8    | 1,996 | 3,998 | 2,063 | 4,036 | -0,006 | 0,091 |
| 21  | D031D | 6C    | 1,979 | 1,001 | 1,910 | 0,970 | 0,063 | 2,069 | 4,091 | 2,144 | 4,222 | 0,047  | 0,064  | 9    | 1,988 | 4,018 | 2,068 | 4,043 | -0,041 | 0,096 |
| 19  | D031E | 6C    | 1,991 | 1,009 | 1,984 | 1,012 | 0,063 | 2,057 | 4,058 | 2,064 | 4,046 | 0,055  | 0,082  | 10   | 1,999 | 4,019 | 2,093 | 4,064 | -0,020 | 0,125 |
| 23  | D035D | 6C    | 1,963 | 1,004 | 1,911 | 0,972 | 0,063 | 2,086 | 4,079 | 2,143 | 4,213 | 0,094  | 0,070  | 11   | 2,051 | 4,083 | 2,123 | 4,132 | 0,020  | 0,115 |
| 17  | D035E | 6C    | 1,994 | 1,008 | 1,989 | 1,011 | 0,063 | 2,037 | 4,030 | 2,042 | 4,018 | 0,045  | 0,067  | 12   | 2,048 | 4,086 | 2,121 | 4,154 | 0,009  | 0,089 |
| 29  | D041D | 6C    | 1,973 | 1,005 | 1,924 | 0,978 | 0,064 | 2,092 | 4,107 | 2,145 | 4,220 | 0,076  | 0,068  | 13   | 2,048 | 4,065 | 2,117 | 4,139 | 0,031  | 0,095 |
| 27  | D041E | 6C    | 1,996 | 1,006 | 1,969 | 1,014 | 0,063 | 2,035 | 4,038 | 2,063 | 4,006 | 0,032  | 0,124  | 14   | 2,048 | 4,089 | 2,129 | 4,154 | 0,007  | 0,104 |
| 31  | D045D | 6C    | 1,986 | 1,004 | 1,918 | 0,974 | 0,063 | 2,046 | 4,046 | 2,138 | 4,171 | 0,045  | 0,064  | 15   | 2,059 | 4,106 | 2,136 | 4,120 | 0,012  | 0,154 |
| 25  | D045E | 6C    | 2,006 | 1,008 | 1,991 | 1,014 | 0,063 | 2,041 | 4,063 | 2,057 | 4,038 | 0,020  | 0,076  | 16   | 2,058 | 4,048 | 2,121 | 4,104 | 0,070  | 0,140 |
| 37  | D051D | 6C    | 1,984 | 1,005 | 1,944 | 0,983 | 0,063 | 2,064 | 4,075 | 2,106 | 4,166 | 0,053  | 0,046  | 17   | 2,068 | 4,085 | 2,127 | 4,109 | 0,049  | 0,149 |
| 35  | D051E | 6C    | 1,995 | 1,006 | 1,952 | 1,008 | 0,063 | 2,053 | 4,071 | 2,098 | 4,063 | 0,034  | 0,136  | 18   | 2,077 | 4,118 | 2,136 | 4,128 | 0,036  | 0,146 |
| 39  | D055D | 6C    | 2,002 | 1,008 | 1,970 | 0,978 | 0,063 | 2,045 | 4,063 | 2,079 | 4,187 | 0,028  | -0,028 | 19   | 2,065 | 4,067 | 2,125 | 4,064 | 0,063  | 0,193 |
| 33  | D055E | 6C    | 2,024 | 1,011 | 2,012 | 1,025 | 0,063 | 2,023 | 4,050 | 2,035 | 3,995 | -0,004 | 0,077  | 20   | 2,055 | 4,057 | 2,115 | 4,061 | 0,053  | 0,174 |
| 45  | D061D | 6C    | 1,991 | 1,004 | 1,922 | 0,977 | 0,062 | 2,008 | 3,982 | 2,080 | 4,092 | 0,034  | 0,068  |      |       |       |       |       |        |       |
| 43  | D061E | 6C    | 2,006 | 1,009 | 1,969 | 1,014 | 0,062 | 1,993 | 3,962 | 2,030 | 3,942 | 0,024  | 0,124  | MED2 | 0,048 | 4,064 | 2,108 | 4,102 | 0,032  | 0,115 |
| 47  | D065D | 6C    | 1,986 | 1,004 | 1,917 | 0,978 | 0,063 | 2,046 | 4,046 | 2,119 | 4,154 | 0,045  | 0,083  | SI60 | 0,032 | 0,037 | 0,026 | 0,039 | 0,035  | 0,037 |
| 41  | D065E | 6C    | 2,007 | 1,007 | 1,997 | 1,018 | 0,063 | 2,024 | 4,034 | 2,034 | 3,991 | 0,014  | 0,080  |      |       |       |       |       |        |       |
| 53  | D071D | 6C    | 2,021 | 1,007 | 1,935 | 0,986 | 0,063 | 2,010 | 4,034 | 2,099 | 4,120 | -0,014 | 0,078  |      |       |       |       |       |        |       |
| 51  | D071E | 6C    | 2,031 | 1,014 | 1,985 | 1,018 | 0,062 | 1,984 | 3,974 | 2,030 | 3,959 | -0,006 | 0,105  |      |       |       |       |       |        |       |
| 55  | D075D | 6C    | 1,999 | 1,007 | 1,924 | 0,975 | 0,063 | 2,049 | 4,067 | 2,128 | 4,200 | 0,030  | 0,055  |      |       |       |       |       |        |       |
| 49  | D075E | 6C    | 2,011 | 1,010 | 1,978 | 1,020 | 0,063 | 2,020 | 4,022 | 2,054 | 3,983 | 0,018  | 0,129  |      |       |       |       |       |        |       |
| 61  | D081D | 6C    | 2,049 | 1,012 | 1,936 | 0,986 | 0,063 | 1,983 | 4,014 | 2,098 | 4,120 | -0,048 | 0,076  |      |       |       |       |       |        |       |
| 59  | D081E | 6C    | 2,039 | 1,019 | 1,996 | 1,023 | 0,063 | 1,992 | 3,987 | 2,035 | 3,971 | -0,002 | 0,103  |      |       |       |       |       |        |       |
| 63  | D085D | 6C    | 2,013 | 1,011 | 1,936 | 0,987 | 0,063 | 2,018 | 4,018 | 2,098 | 4,116 | 0,018  | 0,080  |      |       |       |       |       |        |       |
| 57  | D085E | 6C    | 2,023 | 1,014 | 1,997 | 1,024 | 0,062 | 1,992 | 3,974 | 2,018 | 3,936 | 0,010  | 0,105  |      |       |       |       |       |        |       |
| 69  | D091D | 6C    | 2,046 | 1,015 | 1,954 | 0,992 | 0,063 | 2,001 | 4,034 | 2,096 | 4,128 | -0,031 | 0,062  |      |       |       |       |       |        |       |
| 67  | D091E | 6C    | 2,062 | 1,020 | 1,985 | 1,028 | 0,063 | 1,970 | 3,983 | 2,047 | 3,952 | -0,042 | 0,148  |      |       |       |       |       |        |       |
| 71  | D095D | 6C    | 2,050 | 1,013 | 1,961 | 0,985 | 0,063 | 1,982 | 4,010 | 2,072 | 4,124 | -0,046 | 0,018  |      |       |       |       |       |        |       |
| 65  | D095E | 6C    | 2,050 | 1,013 | 1,990 | 1,032 | 0,063 | 1,998 | 4,042 | 2,058 | 3,968 | -0,046 | 0,154  |      |       |       |       |       |        |       |
| 77  | D101D | 6C    | 2,039 | 1,017 | 1,945 | 0,991 | 0,063 | 2,008 | 4,027 | 2,105 | 4,132 | -0,010 | 0,078  |      |       |       |       |       |        |       |
| 75  | D101E | 6C    | 2,053 | 1,023 | 1,985 | 1,030 | 0,063 | 1,979 | 3,971 | 2,047 | 3,944 | -0,014 | 0,157  |      |       |       |       |       |        |       |
| 79  | D105D | 6C    | 2,054 | 1,018 | 1,934 | 0,986 | 0,063 | 1,994 | 4,023 | 2,117 | 4,153 | -0,035 | 0,080  |      |       |       |       |       |        |       |
| 73  | D105E | 6C    | 2,047 | 1,018 | 1,963 | 1,025 | 0,064 | 2,016 | 4,055 | 2,103 | 4,027 | -0,021 | 0,186  |      |       |       |       |       |        |       |
| 85  | D111D | 6C    | 2,034 | 1,021 | 1,947 | 0,993 | 0,064 | 2,045 | 4,074 | 2,137 | 4,189 | 0,016  | 0,082  |      |       |       |       |       |        |       |
| 83  | D111E | 6C    | 2,044 | 1,021 | 1,986 | 1,030 | 0,064 | 2,035 | 4,074 | 2,095 | 4,039 | -0,004 | 0,155  |      |       |       |       |       |        |       |
| 87  | D115D | 6C    | 2,004 | 1,012 | 1,919 | 0,980 | 0,064 | 2,076 | 4,111 | 2,168 | 4,245 | 0,040  | 0,087  |      |       |       |       |       |        |       |
| 81  | D115E | 6C    | 2,015 | 1,014 | 1,972 | 1,018 | 0,064 | 2,048 | 4,071 | 2,093 | 4,055 | 0,026  | 0,134  |      |       |       |       |       |        |       |
| 93  | D121D | 6C    | 2,046 | 1,020 | 1,960 | 0,985 | 0,064 | 2,033 | 4,078 | 2,122 | 4,223 | -0,012 | 0,021  |      |       |       |       |       |        |       |
| 91  | D121E | 6C    | 2,062 | 1,024 | 1,979 | 1,027 | 0,064 | 2,017 | 4,063 | 2,102 | 4,051 | -0,027 | 0,158  |      |       |       |       |       |        |       |
| 95  | D125D | 6C    | 2,002 | 1,013 | 1,930 | 0,982 | 0,063 | 2,045 | 4,042 | 2,122 | 4,170 | 0,049  | 0,072  |      |       |       |       |       |        |       |
| 89  | D125E | 6C    | 2,017 | 1,015 | 1,975 | 1,013 | 0,065 | 2,095 | 4,163 | 2,139 | 4,171 | 0,026  | 0,106  |      |       |       |       |       |        |       |
| 101 | D131D | 6C    | 2,045 | 1,024 | 1,969 | 0,990 | 0,065 | 2,050 | 4,094 | 2,129 | 4,235 | 0,006  | 0,022  |      |       |       |       |       |        |       |
| 99  | D131E | 6C    | 2,044 | 1,030 | 1,965 | 1,029 | 0,064 | 2,019 | 4,007 | 2,101 | 4,011 | 0,032  | 0,199  |      |       |       |       |       |        |       |
| 103 | D135D | 6C    | 2,004 | 1,014 | 1,935 | 0,979 | 0,064 | 2,076 | 4,103 | 2,150 | 4,249 | 0,048  | 0,048  |      |       |       |       |       |        |       |
| 97  | D135E | 6C    | 2,016 | 1,018 | 1,978 | 1,016 | 0,064 | 2,047 | 4,055 | 2,087 | 4,063 | 0,040  | 0,112  |      |       |       |       |       |        |       |
| 109 | D141D | 6C    | 2,003 | 1,004 | 1,907 | 0,973 | 0,063 | 2,045 | 4,079 | 2,148 | 4,209 | 0,010  | 0,084  |      |       |       |       |       |        |       |
| 107 | D141E | 6C    | 2,019 | 1,009 | 1,948 | 1,007 | 0,064 | 2,044 | 4,089 | 2,119 | 4,098 | -0,001 | 0,142  |      |       |       |       |       |        |       |

LUMETA

## MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

6C DIREITA

| METAL |       |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        | 6C ESQUERDA |      |       |       |       |       |        |       |
|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| DIE   | POS   | R1X | R2X   | R1Y   | R2Y   | RS    | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DEL_X | DEL_Y  | LM1X        | LM2X | LM1Y  | LM2Y  | DEL_X | DEL_Y |        |       |
| 111   | D14SD | 6C  | 2,008 | 0,999 | 1,906 | 0,964 | 0,063 | 2,023 | 4,065 | 2,132 | 4,214 | -0,018 | 0,047       |      |       |       |       |       |        |       |
| 105   | D14SE | 6C  | 1,984 | 1,001 | 1,948 | 1,008 | 0,064 | 2,081 | 4,123 | 2,119 | 4,096 | 0,038  | 0,143       |      |       |       |       |       |        |       |
| 117   | D15ID | 6C  | 1,989 | 1,004 | 1,906 | 0,984 | 0,063 | 2,059 | 4,077 | 2,149 | 4,160 | 0,041  | 0,137       |      |       |       |       |       |        |       |
| 115   | D15IE | 6C  | 2,029 | 1,010 | 1,960 | 1,027 | 0,063 | 2,018 | 4,055 | 2,089 | 3,986 | -0,019 | 0,202       |      |       |       |       |       |        |       |
| 119   | D15SD | 6C  | 2,002 | 1,001 | 1,914 | 0,980 | 0,064 | 2,061 | 4,122 | 2,157 | 4,213 | 0,000  | 0,097       |      |       |       |       |       |        |       |
| 113   | D15SE | 6C  | 1,999 | 1,006 | 1,952 | 1,018 | 0,065 | 2,098 | 4,168 | 2,148 | 4,120 | 0,026  | 0,178       |      |       |       |       |       |        |       |
| 125   | D16ID | 6C  | 2,025 | 1,021 | 1,969 | 1,003 | 0,064 | 2,038 | 4,044 | 2,097 | 4,115 | 0,033  | 0,077       |      |       |       |       |       |        |       |
| 123   | D16IE | 6C  | 2,047 | 1,027 | 1,991 | 1,035 | 0,064 | 2,033 | 4,051 | 2,089 | 4,019 | 0,014  | 0,166       |      |       |       |       |       |        |       |
| 127   | D16SD | 6C  | 1,992 | 1,045 | 1,906 | 0,986 | 0,065 | 2,105 | 4,012 | 2,199 | 4,252 | 0,208  | 0,143       |      |       |       |       |       |        |       |
| 121   | D16SE | 6C  | 2,023 | 1,018 | 1,982 | 1,032 | 0,064 | 2,056 | 4,087 | 2,099 | 4,031 | 0,026  | 0,172       |      |       |       |       |       |        |       |
| 133   | D17ID | 6C  | 2,035 | 1,020 | 1,952 | 0,999 | 0,064 | 2,044 | 4,077 | 2,132 | 4,166 | 0,011  | 0,096       |      |       |       |       |       |        |       |
| 131   | D17IE | 6C  | 2,025 | 1,026 | 1,975 | 1,043 | 0,063 | 2,022 | 3,992 | 2,074 | 3,928 | 0,052  | 0,237       |      |       |       |       |       |        |       |
| 135   | D17SD | 6C  | 1,989 | 1,013 | 1,923 | 0,986 | 0,065 | 2,108 | 4,139 | 2,180 | 4,252 | 0,075  | 0,105       |      |       |       |       |       |        |       |
| 129   | D17SE | 6C  | 2,015 | 1,022 | 1,991 | 1,033 | 0,065 | 2,097 | 4,134 | 2,122 | 4,088 | 0,058  | 0,158       |      |       |       |       |       |        |       |
| 141   | D18ID | 6C  | 2,030 | 1,026 | 1,969 | 1,005 | 0,066 | 2,114 | 4,181 | 2,179 | 4,268 | 0,045  | 0,086       |      |       |       |       |       |        |       |
| 139   | D18IE | 6C  | 2,029 | 1,011 | 1,986 | 1,038 | 0,064 | 2,050 | 4,115 | 2,095 | 4,009 | -0,015 | 0,189       |      |       |       |       |       |        |       |
| 143   | D18SD | 6C  | 1,996 | 1,019 | 1,928 | 0,995 | 0,065 | 2,100 | 4,114 | 2,175 | 4,212 | 0,086  | 0,136       |      |       |       |       |       |        |       |
| 137   | D18SE | 6C  | 2,033 | 1,024 | 1,986 | 1,034 | 0,064 | 2,046 | 4,062 | 2,095 | 4,022 | 0,030  | 0,173       |      |       |       |       |       |        |       |
| 149   | D19ID | 6C  | 2,030 | 1,030 | 1,942 | 1,020 | 0,064 | 2,033 | 4,009 | 2,126 | 4,047 | 0,058  | 0,212       |      |       |       |       |       |        |       |
| 147   | D19IE | 6C  | 2,043 | 1,032 | 1,994 | 1,051 | 0,065 | 2,068 | 4,095 | 2,119 | 4,019 | 0,040  | 0,231       |      |       |       |       |       |        |       |
| 151   | D19SD | 6C  | 1,999 | 1,020 | 1,929 | 0,999 | 0,064 | 2,081 | 4,079 | 2,157 | 4,166 | 0,082  | 0,148       |      |       |       |       |       |        |       |
| 145   | D19SE | 6C  | 2,018 | 1,026 | 1,997 | 1,042 | 0,065 | 2,077 | 4,085 | 2,099 | 4,024 | 0,069  | 0,181       |      |       |       |       |       |        |       |
| 157   | D20ID | 6C  | 2,034 | 1,031 | 1,960 | 1,016 | 0,065 | 2,061 | 4,068 | 2,139 | 4,127 | 0,054  | 0,153       |      |       |       |       |       |        |       |
| 155   | D20IE | 6C  | 2,059 | 1,039 | 2,003 | 1,057 | 0,065 | 2,036 | 4,036 | 2,093 | 3,967 | 0,036  | 0,232       |      |       |       |       |       |        |       |
| 159   | D20SD | 6C  | 2,013 | 1,025 | 1,937 | 1,004 | 0,064 | 2,067 | 4,059 | 2,148 | 4,142 | 0,075  | 0,154       | LM1X | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DELTA | DELTA  |       |
| 153   | D20SE | 6C  | 2,039 | 1,031 | 2,017 | 1,046 | 0,065 | 2,056 | 4,065 | 2,079 | 4,007 | 0,046  | 0,156       |      |       |       |       |       |        |       |
| 165   | E01ID | 6C  | 1,952 | 0,999 | 1,908 | 0,973 | 0,063 | 2,081 | 4,067 | 2,129 | 4,175 | 0,097  | 0,081       | 1    | 2,065 | 4,038 | 2,086 | 4,087 | 0,094  | 0,085 |
| 163   | E01IE | 6C  | 1,972 | 1,006 | 1,989 | 1,010 | 0,063 | 2,060 | 4,038 | 2,042 | 4,022 | 0,083  | 0,063       | 2    | 2,023 | 3,986 | 2,058 | 4,039 | 0,063  | 0,080 |
| 167   | E01SD | 6C  | 1,979 | 1,000 | 1,920 | 0,972 | 0,062 | 2,020 | 3,998 | 2,082 | 4,113 | 0,043  | 0,051       | 3    | 2,030 | 3,998 | 2,053 | 4,051 | 0,062  | 0,056 |
| 161   | E01SE | 6C  | 1,935 | 1,003 | 1,944 | 1,006 | 0,063 | 2,099 | 4,050 | 2,090 | 4,038 | 0,152  | 0,145       | 4    | 2,015 | 4,000 | 2,067 | 4,058 | 0,031  | 0,075 |
| 173   | E02ID | 6C  | 2,042 | 1,010 | 1,956 | 0,987 | 0,062 | 1,974 | 3,990 | 2,060 | 4,083 | -0,043 | 0,037       | 5    | 2,006 | 3,965 | 2,040 | 4,035 | 0,050  | 0,045 |
| 171   | E02IE | 6C  | 1,957 | 1,013 | 1,971 | 1,013 | 0,062 | 2,059 | 3,978 | 2,045 | 3,978 | 0,146  | 0,115       | 6    | 1,999 | 3,974 | 2,042 | 4,034 | 0,024  | 0,050 |
| 175   | E02SD | 6C  | 2,012 | 1,004 | 1,936 | 0,978 | 0,062 | 2,003 | 4,014 | 2,082 | 4,121 | -0,008 | 0,042       | 7    | 2,008 | 3,989 | 2,056 | 4,046 | 0,028  | 0,068 |
| 169   | E02SE | 6C  | 1,945 | 1,009 | 1,953 | 1,006 | 0,062 | 2,055 | 3,962 | 2,047 | 3,974 | 0,156  | 0,125       | 8    | 2,002 | 4,009 | 2,069 | 4,071 | -0,005 | 0,068 |
| 181   | E03ID | 6C  | 2,012 | 1,013 | 1,955 | 0,982 | 0,062 | 2,003 | 3,978 | 2,061 | 4,104 | 0,028  | 0,018       | 9    | 2,005 | 4,034 | 2,108 | 4,091 | -0,023 | 0,126 |
| 179   | E03IE | 6C  | 1,970 | 1,011 | 2,006 | 1,014 | 0,063 | 2,079 | 4,050 | 2,041 | 4,038 | 0,108  | 0,044       | 10   | 2,037 | 4,086 | 2,128 | 4,156 | -0,012 | 0,100 |
| 183   | E03SD | 6C  | 2,010 | 1,009 | 1,957 | 0,981 | 0,062 | 2,005 | 3,994 | 2,059 | 4,108 | 0,016  | 0,010       | 11   | 2,020 | 4,055 | 2,120 | 4,139 | -0,015 | 0,101 |
| 177   | E03SE | 6C  | 1,983 | 1,015 | 1,967 | 1,019 | 0,062 | 2,032 | 3,970 | 2,049 | 3,955 | 0,097  | 0,150       | 12   | 2,027 | 4,021 | 2,097 | 4,118 | 0,035  | 0,076 |
| 189   | E04ID | 6C  | 2,023 | 1,002 | 1,904 | 0,975 | 0,062 | 1,992 | 4,022 | 2,117 | 4,133 | -0,037 | 0,099       | 13   | 2,029 | 4,047 | 2,108 | 4,148 | 0,012  | 0,068 |
| 187   | E04IE | 6C  | 1,967 | 1,002 | 1,960 | 1,001 | 0,062 | 2,032 | 3,990 | 2,040 | 3,994 | 0,077  | 0,088       | 14   | 2,013 | 4,035 | 2,107 | 4,123 | -0,009 | 0,092 |
| 191   | E04SD | 6C  | 1,997 | 0,998 | 1,914 | 0,967 | 0,061 | 1,985 | 3,973 | 2,072 | 4,100 | -0,002 | 0,042       | 15   | 2,030 | 4,023 | 2,096 | 4,078 | 0,039  | 0,116 |
| 185   | E04SE | 6C  | 1,967 | 1,004 | 1,977 | 1,006 | 0,062 | 2,049 | 4,014 | 2,038 | 4,006 | 0,085  | 0,072       | 16   | 2,042 | 4,078 | 2,126 | 4,112 | 0,007  | 0,143 |
| 197   | E05ID | 6C  | 2,006 | 1,007 | 1,922 | 0,975 | 0,062 | 1,993 | 3,970 | 2,080 | 4,100 | 0,016  | 0,059       | 17   | 2,048 | 4,072 | 2,133 | 4,113 | 0,025  | 0,155 |
| 195   | E05IE | 6C  | 1,955 | 1,004 | 1,973 | 0,997 | 0,062 | 2,045 | 3,982 | 2,026 | 4,010 | 0,111  | 0,043       | 18   | 2,020 | 4,012 | 2,112 | 4,058 | 0,029  | 0,171 |
| 199   | E05SD | 6C  | 2,025 | 1,003 | 1,933 | 0,972 | 0,062 | 1,974 | 3,986 | 2,068 | 4,113 | -0,037 | 0,023       | 19   | 2,020 | 3,973 | 2,100 | 4,006 | 0,070  | 0,203 |
| 193   | E05SE | 6C  | 1,969 | 1,011 | 1,996 | 1,012 | 0,061 | 2,014 | 3,922 | 1,986 | 3,918 | 0,111  | 0,057       | 20   | 2,017 | 3,974 | 2,098 | 4,010 | 0,061  | 0,198 |
| 205   | E06ID | 6C  | 2,040 | 1,014 | 1,955 | 0,983 | 0,062 | 1,960 | 3,942 | 2,045 | 4,067 | -0,023 | 0,023       |      |       |       |       |       |        |       |
| 203   | E06IE | 6C  | 1,984 | 1,010 | 1,976 | 1,009 | 0,062 | 2,031 | 3,990 | 2,039 | 3,994 | 0,074  | 0,087       | NE2  | 0,023 | 4,018 | 2,090 | 4,079 | 0,028  | 0,104 |
| 207   | E06SD | 6C  | 2,030 | 1,008 | 1,941 | 0,982 | 0,062 | 1,985 | 3,998 | 2,076 | 4,104 | -0,027 | 0,048       | SI60 | 0,016 | 0,036 | 0,029 | 0,044 | 0,031  | 0,046 |
| 201   | E06SE | 6C  | 1,997 | 1,016 | 2,008 | 1,015 | 0,062 | 2,018 | 3,967 | 2,007 | 3,970 | 0,071  | 0,044       |      |       |       |       |       |        |       |
| 213   | E07ID | 6C  | 2,023 | 1,014 | 1,941 | 0,983 | 0,063 | 2,024 | 4,038 | 2,110 | 4,166 | 0,010  | 0,052       |      |       |       |       |       |        |       |
| 211   | E07IE | 6C  | 2,002 | 1,016 | 1,977 | 1,010 | 0,062 | 2,013 | 3,967 | 2,038 | 3,990 | 0,061  | 0,089       |      |       |       |       |       |        |       |
| 215   | E07SD | 6C  | 2,022 | 1,012 | 1,951 | 0,986 | 0,062 | 1,993 | 3,982 | 2,066 | 4,087 | 0,004  | 0,044       |      |       |       |       |       |        |       |
| 209   | E07SE | 6C  | 2,012 | 1,015 | 2,004 | 1,023 | 0,062 | 2,003 | 3,970 | 2,011 | 3,939 | 0,036  | 0,086       |      |       |       |       |       |        |       |

6C ESQUERDA

LM1X LM2X LM1Y LM2Y DELTAX DELTAY

LWNETA

## MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

6C DIREITA

| METAL |       |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |      |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | DIE   | POS | R1X   | R2X   | R1Y   | R2Y   | RS    | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DEL.X  | DEL.Y  | LW1X | LW2X  | LW1Y  | LW2Y  | DEL.X | DEL.Y |       |
| 221   | E08ID | 6C  | 2,056 | 1,016 | 1,950 | 0,984 | 0,064 | 2,023 | 4,094 | 2,133 | 4,228 | -0,046 | 0,037  |      |       |       |       |       |       |       |
| 219   | E08IE | 6C  | 2,016 | 1,015 | 1,966 | 1,018 | 0,062 | 1,999 | 3,970 | 2,050 | 3,959 | 0,028  | 0,148  |      |       |       |       |       |       |       |
| 223   | E08SD | 6C  | 2,056 | 1,013 | 1,953 | 0,982 | 0,062 | 1,960 | 3,978 | 2,063 | 4,104 | -0,058 | 0,023  |      |       |       |       |       |       |       |
| 217   | E08SE | 6C  | 2,007 | 1,017 | 2,003 | 1,017 | 0,063 | 2,024 | 3,995 | 2,028 | 3,995 | 0,055  | 0,063  |      |       |       |       |       |       |       |
| 229   | E09ID | 6C  | 2,065 | 1,017 | 1,931 | 0,990 | 0,063 | 1,983 | 4,027 | 2,121 | 4,136 | -0,059 | 0,104  |      |       |       |       |       |       |       |
| 227   | E09IE | 6C  | 2,029 | 1,017 | 1,956 | 1,021 | 0,063 | 2,018 | 4,027 | 2,094 | 4,011 | 0,010  | 0,184  |      |       |       |       |       |       |       |
| 231   | E09SD | 6C  | 2,084 | 1,016 | 1,930 | 0,984 | 0,064 | 1,981 | 4,063 | 2,139 | 4,195 | -0,097 | 0,080  |      |       |       |       |       |       |       |
| 225   | E09SE | 6C  | 2,010 | 1,019 | 1,971 | 1,018 | 0,063 | 2,037 | 4,019 | 2,078 | 4,023 | 0,057  | 0,136  |      |       |       |       |       |       |       |
| 237   | E10ID | 6C  | 2,065 | 1,007 | 1,933 | 0,979 | 0,063 | 1,983 | 4,067 | 2,118 | 4,183 | -0,096 | 0,052  |      |       |       |       |       |       |       |
| 235   | E10IE | 6C  | 2,022 | 1,011 | 1,948 | 1,006 | 0,064 | 2,041 | 4,083 | 2,119 | 4,103 | 0,000  | 0,136  |      |       |       |       |       |       |       |
| 239   | E10SD | 6C  | 2,005 | 1,005 | 1,930 | 0,973 | 0,064 | 2,059 | 4,107 | 2,139 | 4,242 | 0,010  | 0,033  |      |       |       |       |       |       |       |
| 233   | E10SE | 6C  | 2,000 | 1,010 | 1,934 | 1,008 | 0,064 | 2,064 | 4,087 | 2,134 | 4,095 | 0,040  | 0,177  |      |       |       |       |       |       |       |
| 245   | E11ID | 6C  | 2,064 | 1,014 | 1,915 | 0,978 | 0,064 | 2,016 | 4,103 | 2,172 | 4,254 | -0,069 | 0,088  |      |       |       |       |       |       |       |
| 243   | E11IE | 6C  | 2,027 | 1,019 | 1,964 | 1,011 | 0,063 | 2,004 | 3,987 | 2,068 | 4,018 | 0,022  | 0,122  |      |       |       |       |       |       |       |
| 247   | E11SD | 6C  | 2,014 | 1,008 | 1,926 | 0,977 | 0,064 | 2,049 | 4,095 | 2,143 | 4,225 | 0,004  | 0,059  |      |       |       |       |       |       |       |
| 241   | E11SE | 6C  | 2,038 | 1,015 | 1,953 | 1,009 | 0,063 | 2,009 | 4,034 | 2,097 | 4,058 | -0,016 | 0,138  |      |       |       |       |       |       |       |
| 253   | E12ID | 6C  | 2,064 | 1,025 | 1,941 | 0,989 | 0,064 | 2,000 | 4,027 | 2,126 | 4,173 | -0,027 | 0,078  |      |       |       |       |       |       |       |
| 251   | E12IE | 6C  | 2,024 | 1,026 | 1,997 | 1,020 | 0,063 | 2,023 | 3,991 | 2,051 | 4,015 | 0,056  | 0,088  |      |       |       |       |       |       |       |
| 255   | E12SD | 6C  | 2,022 | 1,016 | 1,925 | 0,972 | 0,063 | 2,025 | 4,031 | 2,127 | 4,213 | 0,020  | 0,040  |      |       |       |       |       |       |       |
| 249   | E12SE | 6C  | 2,002 | 1,023 | 1,981 | 1,014 | 0,064 | 2,062 | 4,035 | 2,084 | 4,071 | 0,090  | 0,097  |      |       |       |       |       |       |       |
| 261   | E13ID | 6C  | 2,094 | 1,025 | 1,958 | 0,985 | 0,064 | 1,987 | 4,059 | 2,125 | 4,223 | -0,082 | 0,025  |      |       |       |       |       |       |       |
| 259   | E13IE | 6C  | 2,039 | 1,028 | 1,989 | 1,019 | 0,064 | 2,024 | 4,015 | 2,075 | 4,051 | 0,034  | 0,101  |      |       |       |       |       |       |       |
| 263   | E13SD | 6C  | 2,009 | 1,013 | 1,943 | 0,973 | 0,064 | 2,055 | 4,075 | 2,124 | 4,242 | 0,034  | 0,006  |      |       |       |       |       |       |       |
| 257   | E13SE | 6C  | 2,013 | 1,022 | 1,959 | 1,013 | 0,064 | 2,050 | 4,039 | 2,107 | 4,075 | 0,063  | 0,142  |      |       |       |       |       |       |       |
| 269   | E14ID | 6C  | 2,088 | 1,025 | 1,948 | 0,992 | 0,063 | 1,961 | 3,995 | 2,102 | 4,128 | -0,071 | 0,075  |      |       |       |       |       |       |       |
| 267   | E14IE | 6C  | 2,052 | 1,026 | 1,987 | 1,019 | 0,064 | 2,027 | 4,055 | 2,094 | 4,082 | 0,000  | 0,105  |      |       |       |       |       |       |       |
| 271   | E14SD | 6C  | 2,057 | 1,019 | 1,958 | 0,974 | 0,063 | 1,975 | 3,987 | 2,075 | 4,171 | -0,037 | -0,020 |      |       |       |       |       |       |       |
| 265   | E14SE | 6C  | 2,009 | 1,022 | 1,944 | 1,020 | 0,065 | 2,087 | 4,102 | 2,157 | 4,110 | 0,071  | 0,208  |      |       |       |       |       |       |       |
| 277   | E15ID | 6C  | 2,068 | 1,027 | 1,970 | 1,000 | 0,064 | 1,996 | 4,019 | 2,095 | 4,128 | -0,027 | 0,062  |      |       |       |       |       |       |       |
| 275   | E15IE | 6C  | 2,015 | 1,030 | 1,987 | 1,033 | 0,064 | 2,048 | 4,007 | 2,077 | 3,996 | 0,091  | 0,166  |      |       |       |       |       |       |       |
| 279   | E15SD | 6C  | 2,017 | 1,017 | 1,930 | 0,986 | 0,063 | 2,030 | 4,027 | 2,122 | 4,153 | 0,034  | 0,089  |      |       |       |       |       |       |       |
| 273   | E15SE | 6C  | 2,016 | 1,022 | 1,976 | 1,023 | 0,064 | 2,047 | 4,039 | 2,089 | 4,035 | 0,056  | 0,147  |      |       |       |       |       |       |       |
| 285   | E16ID | 6C  | 2,068 | 1,024 | 1,954 | 0,997 | 0,064 | 1,996 | 4,031 | 2,112 | 4,140 | -0,038 | 0,084  |      |       |       |       |       |       |       |
| 283   | E16IE | 6C  | 2,038 | 1,026 | 1,965 | 1,034 | 0,065 | 2,073 | 4,118 | 2,150 | 4,086 | 0,028  | 0,221  |      |       |       |       |       |       |       |
| 287   | E16SD | 6C  | 2,018 | 1,011 | 1,930 | 0,986 | 0,065 | 2,078 | 4,147 | 2,172 | 4,252 | 0,008  | 0,089  |      |       |       |       |       |       |       |
| 281   | E16SE | 6C  | 2,024 | 1,020 | 1,979 | 1,032 | 0,063 | 2,023 | 4,015 | 2,069 | 3,968 | 0,032  | 0,180  |      |       |       |       |       |       |       |
| 293   | E17ID | 6C  | 2,089 | 1,031 | 1,946 | 1,008 | 0,067 | 2,069 | 4,193 | 2,221 | 4,288 | -0,051 | 0,149  |      |       |       |       |       |       |       |
| 291   | E17IE | 6C  | 2,032 | 1,032 | 1,978 | 1,040 | 0,064 | 2,047 | 4,031 | 2,103 | 4,000 | 0,064  | 0,217  |      |       |       |       |       |       |       |
| 295   | E17SD | 6C  | 2,032 | 1,022 | 1,936 | 0,995 | 0,064 | 2,047 | 4,070 | 2,149 | 4,181 | 0,024  | 0,115  |      |       |       |       |       |       |       |
| 289   | E17SE | 6C  | 2,035 | 1,033 | 2,005 | 1,036 | 0,064 | 2,028 | 3,996 | 2,059 | 3,984 | 0,062  | 0,138  |      |       |       |       |       |       |       |
| 301   | E18ID | 6C  | 2,081 | 1,034 | 1,952 | 1,008 | 0,064 | 1,999 | 4,023 | 2,131 | 4,127 | -0,025 | 0,136  |      |       |       |       |       |       |       |
| 299   | E18IE | 6C  | 2,041 | 1,038 | 1,989 | 1,043 | 0,064 | 2,038 | 4,008 | 2,092 | 3,988 | 0,070  | 0,205  |      |       |       |       |       |       |       |
| 303   | E18SD | 6C  | 2,041 | 1,025 | 1,920 | 0,995 | 0,064 | 2,038 | 4,059 | 2,167 | 4,181 | 0,018  | 0,151  |      |       |       |       |       |       |       |
| 297   | E18SE | 6C  | 2,042 | 1,034 | 1,989 | 1,040 | 0,063 | 2,005 | 3,960 | 2,059 | 3,938 | 0,052  | 0,192  |      |       |       |       |       |       |       |
| 309   | E19ID | 6C  | 2,074 | 1,044 | 1,962 | 1,019 | 0,064 | 1,990 | 3,954 | 2,104 | 4,051 | 0,027  | 0,161  |      |       |       |       |       |       |       |
| 307   | E19IE | 6C  | 2,043 | 1,048 | 2,004 | 1,055 | 0,064 | 2,036 | 3,969 | 2,076 | 3,943 | 0,107  | 0,223  |      |       |       |       |       |       |       |
| 311   | E19SD | 6C  | 2,046 | 1,035 | 1,918 | 1,006 | 0,064 | 2,017 | 3,988 | 2,152 | 4,103 | 0,047  | 0,206  |      |       |       |       |       |       |       |
| 305   | E19SE | 6C  | 2,025 | 1,037 | 1,997 | 1,051 | 0,064 | 2,038 | 3,980 | 2,067 | 3,927 | 0,099  | 0,222  |      |       |       |       |       |       |       |
| 317   | E20ID | 6C  | 2,102 | 1,045 | 1,969 | 1,025 | 0,064 | 1,979 | 3,981 | 2,113 | 4,059 | -0,023 | 0,172  |      |       |       |       |       |       |       |
| 315   | E20IE | 6C  | 2,054 | 1,050 | 1,994 | 1,060 | 0,064 | 2,009 | 3,931 | 2,070 | 3,894 | 0,092  | 0,270  |      |       |       |       |       |       |       |
| 319   | E20SD | 6C  | 2,049 | 1,036 | 1,961 | 1,003 | 0,064 | 2,014 | 3,984 | 2,105 | 4,115 | 0,045  | 0,094  |      |       |       |       |       |       |       |
| 313   | E20SE | 6C  | 2,016 | 1,040 | 1,975 | 1,047 | 0,064 | 2,063 | 4,000 | 2,106 | 3,973 | 0,131  | 0,256  |      |       |       |       |       |       |       |
| 6     | D01ID | 7C  | 1,942 | 0,986 | 1,924 | 0,988 | 0,062 | 2,075 | 4,087 | 2,095 | 4,079 | 0,063  | 0,111  | 1    | 2,041 | 4,050 | 2,075 | 4,010 | 0,033 | 0,147 |
| 4     | D01IE | 7C  | 1,952 | 0,993 | 1,996 | 1,038 | 0,063 | 2,081 | 4,091 | 2,035 | 3,914 | 0,071  | 0,167  | 2    | 2,035 | 4,034 | 2,063 | 4,003 | 0,036 | 0,129 |

7C DIREITA

LW1X LW2X LW1Y LW2Y DELTAXXDELTAWY

LAMELA

## MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

AC DIREITA

|     |       | METAL |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |          |       |       |       |        |        |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|----------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
|     |       | DIE   | POS   | R1X   | R2X   | R1Y   | R2Y   | RS    | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y   | DEL_X | DEL_Y    | LW1X  | LW2X  | LW1Y  | LW2Y   | DEL_X  | DEL_Y |
| 8   | D01SD | 7C    | 1,974 | 1,000 | 1,917 | 0,992 | 0,062 | 2,042 | 4,030 | 2,102 | 4,063 | 0,053  | 0,145 | 3        | 2,033 | 4,041 | 2,075 | 4,011  | 0,025  | 0,144 |
| 2   | D01SE | 7C    | 2,065 | 1,018 | 1,963 | 1,020 | 0,063 | 1,967 | 3,991 | 2,070 | 3,983 | -0,055 | 0,163 | 4        | 2,045 | 4,077 | 2,085 | 4,045  | 0,014  | 0,129 |
| 14  | D021D | 7C    | 1,961 | 0,996 | 1,955 | 0,995 | 0,063 | 2,072 | 4,079 | 2,078 | 4,083 | 0,064  | 0,073 | 5        | 2,019 | 4,056 | 2,077 | 4,027  | -0,017 | 0,131 |
| 12  | D021E | 7C    | 1,985 | 0,999 | 2,002 | 1,041 | 0,062 | 2,014 | 4,002 | 1,997 | 3,840 | 0,026  | 0,166 | 6        | 1,979 | 3,979 | 2,050 | 3,942  | -0,021 | 0,167 |
| 16  | D02SD | 7C    | 1,978 | 1,000 | 1,945 | 0,991 | 0,063 | 2,054 | 4,063 | 2,089 | 4,099 | 0,045  | 0,078 | 7        | 1,958 | 3,962 | 2,043 | 3,921  | -0,047 | 0,177 |
| 10  | D02SE | 7C    | 2,046 | 1,025 | 1,959 | 1,026 | 0,063 | 2,001 | 3,995 | 2,090 | 3,991 | 0,008  | 0,199 | 8        | 1,961 | 3,986 | 2,050 | 3,947  | -0,065 | 0,164 |
| 22  | D031D | 7C    | 1,945 | 0,992 | 1,918 | 0,994 | 0,062 | 2,072 | 4,063 | 2,101 | 4,054 | 0,082  | 0,152 | 9        | 1,969 | 4,023 | 2,077 | 3,987  | -0,082 | 0,176 |
| 20  | D031E | 7C    | 1,988 | 0,998 | 1,996 | 1,035 | 0,063 | 2,044 | 4,071 | 2,035 | 3,925 | 0,016  | 0,154 | 10       | 1,959 | 3,996 | 2,086 | 3,964  | -0,075 | 0,223 |
| 24  | D03SD | 7C    | 1,975 | 1,002 | 1,933 | 0,991 | 0,063 | 2,057 | 4,054 | 2,102 | 4,099 | 0,060  | 0,104 | 11       | 2,007 | 4,039 | 2,094 | 3,997  | -0,023 | 0,202 |
| 18  | D03SE | 7C    | 2,090 | 1,030 | 1,987 | 1,033 | 0,063 | 1,959 | 3,976 | 2,061 | 3,964 | -0,057 | 0,166 | 12       | 2,003 | 4,021 | 2,077 | 3,985  | -0,015 | 0,179 |
| 30  | D041D | 7C    | 1,934 | 0,991 | 1,919 | 0,991 | 0,063 | 2,101 | 4,099 | 2,117 | 4,099 | 0,102  | 0,136 | 13       | 2,024 | 4,068 | 2,114 | 4,037  | -0,018 | 0,200 |
| 28  | D041E | 7C    | 1,958 | 0,998 | 2,005 | 1,035 | 0,063 | 2,091 | 4,103 | 2,042 | 3,957 | 0,079  | 0,134 | 14       | 2,013 | 4,090 | 2,130 | 4,051  | -0,062 | 0,219 |
| 32  | D04SD | 7C    | 1,998 | 0,998 | 1,943 | 0,996 | 0,063 | 2,050 | 4,103 | 2,108 | 4,111 | -0,004 | 0,103 | 15       | 2,032 | 4,078 | 2,106 | 4,022  | -0,011 | 0,201 |
| 26  | D04SE | 7C    | 2,128 | 1,031 | 1,990 | 1,029 | 0,064 | 1,940 | 4,003 | 2,074 | 4,011 | -0,120 | 0,142 | 16       | 2,025 | 4,049 | 2,108 | 3,984  | 0,001  | 0,248 |
| 38  | D051D | 7C    | 1,980 | 0,998 | 1,937 | 0,997 | 0,063 | 2,052 | 4,071 | 2,097 | 4,075 | 0,033  | 0,121 | 17       | 2,027 | 4,045 | 2,117 | 3,983  | 0,009  | 0,271 |
| 36  | D051E | 7C    | 1,997 | 1,005 | 2,009 | 1,041 | 0,063 | 2,051 | 4,075 | 2,038 | 3,934 | 0,026  | 0,151 | 18       | 2,024 | 4,030 | 2,102 | 3,978  | 0,018  | 0,244 |
| 40  | D05SD | 7C    | 2,016 | 1,006 | 1,955 | 0,999 | 0,063 | 2,015 | 4,038 | 2,078 | 4,067 | -0,008 | 0,090 | 19       | 2,033 | 4,073 | 2,123 | 4,023  | -0,006 | 0,235 |
| 34  | D05SE | 7C    | 2,124 | 1,030 | 1,986 | 1,032 | 0,064 | 1,959 | 4,039 | 2,095 | 4,031 | -0,117 | 0,164 | 20       | 2,029 | 4,037 | 2,108 | 3,966  | 0,021  | 0,272 |
| 46  | D061D | 7C    | 1,965 | 0,991 | 1,910 | 0,997 | 0,061 | 2,018 | 4,001 | 2,076 | 3,977 | 0,035  | 0,184 |          |       |       |       |        |        |       |
| 44  | D061E | 7C    | 1,995 | 1,002 | 1,985 | 1,039 | 0,062 | 2,004 | 3,990 | 2,014 | 3,847 | 0,018  | 0,197 |          |       |       |       |        |        |       |
| 48  | D06SD | 7C    | 2,019 | 1,001 | 1,947 | 0,997 | 0,062 | 1,996 | 4,026 | 2,070 | 4,042 | -0,033 | 0,099 | ME2,011  | 4,037 | 2,088 | 3,994 | -0,014 | 0,193  |       |
| 42  | D06SE | 7C    | 2,123 | 1,033 | 1,977 | 1,033 | 0,062 | 1,998 | 3,901 | 2,038 | 3,901 | -0,105 | 0,189 | S160,029 | 0,034 | 0,025 | 0,034 | 0,035  | 0,045  |       |
| 54  | D071D | 7C    | 1,999 | 0,996 | 1,939 | 0,999 | 0,062 | 2,016 | 4,046 | 2,078 | 4,034 | -0,014 | 0,126 |          |       |       |       |        |        |       |
| 52  | D071E | 7C    | 2,012 | 1,003 | 1,990 | 1,045 | 0,062 | 1,987 | 3,986 | 2,009 | 3,825 | -0,012 | 0,212 |          |       |       |       |        |        |       |
| 56  | D07SD | 7C    | 2,034 | 1,010 | 1,940 | 1,000 | 0,062 | 1,965 | 3,958 | 2,061 | 3,998 | -0,027 | 0,128 |          |       |       |       |        |        |       |
| 50  | D07SE | 7C    | 2,147 | 1,036 | 1,976 | 1,045 | 0,062 | 1,862 | 3,859 | 2,023 | 3,825 | -0,135 | 0,245 |          |       |       |       |        |        |       |
| 62  | D081D | 7C    | 2,015 | 1,003 | 1,962 | 1,007 | 0,063 | 2,032 | 4,083 | 2,087 | 4,067 | -0,018 | 0,109 |          |       |       |       |        |        |       |
| 60  | D081E | 7C    | 2,044 | 1,010 | 2,003 | 1,058 | 0,063 | 2,003 | 4,054 | 2,044 | 3,871 | -0,046 | 0,239 |          |       |       |       |        |        |       |
| 64  | D08SD | 7C    | 2,052 | 1,011 | 1,961 | 1,004 | 0,062 | 1,964 | 3,986 | 2,055 | 4,014 | -0,058 | 0,098 |          |       |       |       |        |        |       |
| 58  | D08SE | 7C    | 2,169 | 1,046 | 1,985 | 1,042 | 0,062 | 1,843 | 3,822 | 2,014 | 3,836 | -0,137 | 0,210 |          |       |       |       |        |        |       |
| 70  | D091D | 7C    | 2,022 | 1,005 | 1,958 | 1,013 | 0,063 | 2,025 | 4,075 | 2,091 | 4,042 | -0,024 | 0,144 |          |       |       |       |        |        |       |
| 68  | D091E | 7C    | 2,030 | 1,007 | 1,997 | 1,055 | 0,063 | 2,017 | 4,067 | 2,051 | 3,882 | -0,031 | 0,240 |          |       |       |       |        |        |       |
| 72  | D09SD | 7C    | 2,087 | 1,024 | 1,977 | 1,010 | 0,063 | 1,947 | 3,967 | 2,055 | 4,022 | -0,073 | 0,089 |          |       |       |       |        |        |       |
| 66  | D09SE | 7C    | 2,222 | 1,052 | 1,987 | 1,048 | 0,065 | 1,887 | 3,985 | 2,110 | 4,000 | -0,202 | 0,232 |          |       |       |       |        |        |       |
| 78  | D101D | 7C    | 2,000 | 1,006 | 1,945 | 1,014 | 0,063 | 2,031 | 4,038 | 2,089 | 4,006 | 0,024  | 0,178 |          |       |       |       |        |        |       |
| 76  | D101E | 7C    | 2,029 | 1,010 | 1,963 | 1,049 | 0,063 | 2,002 | 4,022 | 2,070 | 3,873 | -0,018 | 0,295 |          |       |       |       |        |        |       |
| 80  | D10SD | 7C    | 2,082 | 1,018 | 1,952 | 1,008 | 0,063 | 1,951 | 3,991 | 2,081 | 4,030 | -0,086 | 0,136 |          |       |       |       |        |        |       |
| 74  | D10SE | 7C    | 2,231 | 1,050 | 1,962 | 1,046 | 0,064 | 1,850 | 3,931 | 2,104 | 3,946 | -0,222 | 0,284 |          |       |       |       |        |        |       |
| 86  | D111D | 7C    | 2,005 | 1,006 | 1,944 | 1,008 | 0,063 | 2,042 | 4,071 | 2,106 | 4,063 | 0,014  | 0,154 |          |       |       |       |        |        |       |
| 84  | D111E | 7C    | 1,993 | 1,006 | 1,972 | 1,040 | 0,063 | 2,055 | 4,071 | 2,077 | 3,938 | 0,039  | 0,232 |          |       |       |       |        |        |       |
| 88  | D11SD | 7C    | 2,034 | 1,012 | 1,950 | 1,008 | 0,063 | 1,997 | 4,014 | 2,083 | 4,030 | -0,020 | 0,140 |          |       |       |       |        |        |       |
| 82  | D11SE | 7C    | 2,150 | 1,040 | 1,972 | 1,051 | 0,064 | 1,935 | 4,000 | 2,110 | 3,958 | -0,126 | 0,282 |          |       |       |       |        |        |       |
| 94  | D121D | 7C    | 2,004 | 1,009 | 1,960 | 1,012 | 0,063 | 2,027 | 4,026 | 2,073 | 4,014 | 0,028  | 0,135 |          |       |       |       |        |        |       |
| 92  | D121E | 7C    | 2,012 | 1,015 | 2,000 | 1,056 | 0,064 | 2,051 | 4,067 | 2,064 | 3,909 | 0,036  | 0,237 |          |       |       |       |        |        |       |
| 96  | D12SD | 7C    | 2,034 | 1,013 | 1,962 | 1,007 | 0,064 | 2,029 | 4,075 | 2,104 | 4,099 | -0,016 | 0,109 |          |       |       |       |        |        |       |
| 90  | D12SE | 7C    | 2,151 | 1,046 | 1,981 | 1,045 | 0,063 | 1,904 | 3,915 | 2,067 | 3,919 | -0,107 | 0,233 |          |       |       |       |        |        |       |
| 102 | D131D | 7C    | 2,005 | 1,010 | 1,952 | 1,013 | 0,064 | 2,075 | 4,119 | 2,131 | 4,107 | 0,030  | 0,158 |          |       |       |       |        |        |       |
| 100 | D131E | 7C    | 2,022 | 1,014 | 1,988 | 1,050 | 0,064 | 2,057 | 4,103 | 2,093 | 3,962 | 0,012  | 0,239 |          |       |       |       |        |        |       |
| 104 | D13SD | 7C    | 2,021 | 1,013 | 1,934 | 1,007 | 0,064 | 2,058 | 4,107 | 2,151 | 4,131 | 0,010  | 0,173 |          |       |       |       |        |        |       |
| 98  | D13SE | 7C    | 2,164 | 1,047 | 1,982 | 1,045 | 0,064 | 1,907 | 3,942 | 2,082 | 3,950 | -0,125 | 0,231 |          |       |       |       |        |        |       |
| 110 | D141D | 7C    | 1,994 | 0,990 | 1,913 | 0,996 | 0,064 | 2,070 | 4,169 | 2,158 | 4,145 | -0,028 | 0,172 |          |       |       |       |        |        |       |
| 108 | D141E | 7C    | 2,001 | 0,992 | 1,969 | 1,035 | 0,063 | 2,046 | 4,127 | 2,080 | 3,957 | -0,033 | 0,217 |          |       |       |       |        |        |       |
| 112 | D14SD | 7C    | 2,008 | 0,999 | 1,890 | 0,995 | 0,063 | 2,023 | 4,066 | 2,149 | 4,084 | -0,020 | 0,221 |          |       |       |       |        |        |       |
| 106 | D14SE | 7C    | 2,159 | 1,032 | 1,934 | 1,027 | 0,064 | 1,912 | 3,998 | 2,134 | 4,019 | -0,167 | 0,264 |          |       |       |       |        |        |       |

LMMETA

## MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

6C DIREITA

|     |       | METAL |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |      |       |       |       |       |        |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| DIE | POS   | R1X   | R2X   | R1Y   | R2Y   | RS    | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DEL.X | DEL.Y  | LM1X  | LM2X | LM1Y  | LM2Y  | DEL.X | DEL.Y |        |       |
| 118 | D151D | 7C    | 1,985 | 0,993 | 1,947 | 1,004 | 0,063 | 2,063 | 4,124 | 2,103 | 4,079 | 0,001  | 0,128 |      |       |       |       |       |        |       |
| 116 | D151E | 7C    | 1,983 | 1,002 | 1,954 | 1,047 | 0,064 | 2,097 | 4,152 | 2,129 | 3,974 | 0,042  | 0,306 |      |       |       |       |       |        |       |
| 120 | D15SD | 7C    | 1,983 | 1,007 | 1,948 | 1,004 | 0,063 | 2,048 | 4,033 | 2,085 | 4,047 | 0,044  | 0,126 |      |       |       |       |       |        |       |
| 114 | D15SE | 7C    | 2,148 | 1,031 | 1,938 | 1,035 | 0,064 | 1,922 | 4,001 | 2,108 | 3,987 | -0,152 | 0,244 |      |       |       |       |       |        |       |
| 126 | D161D | 7C    | 1,997 | 1,007 | 1,935 | 1,014 | 0,064 | 2,066 | 4,097 | 2,133 | 4,070 | 0,036  | 0,203 |      |       |       |       |       |        |       |
| 124 | D161E | 7C    | 2,002 | 1,011 | 1,980 | 1,054 | 0,064 | 2,078 | 4,116 | 2,101 | 3,946 | 0,041  | 0,277 |      |       |       |       |       |        |       |
| 128 | D16SD | 7C    | 2,010 | 1,008 | 1,940 | 1,017 | 0,064 | 2,054 | 4,096 | 2,128 | 4,059 | 0,011  | 0,204 |      |       |       |       |       |        |       |
| 122 | D16SE | 7C    | 2,135 | 1,045 | 1,963 | 1,052 | 0,063 | 1,903 | 3,887 | 2,069 | 3,863 | -0,083 | 0,308 |      |       |       |       |       |        |       |
| 134 | D171D | 7C    | 1,988 | 1,009 | 1,946 | 1,015 | 0,063 | 2,059 | 4,057 | 2,104 | 4,034 | 0,061  | 0,181 |      |       |       |       |       |        |       |
| 132 | D171E | 7C    | 2,009 | 1,015 | 1,975 | 1,057 | 0,064 | 2,070 | 4,099 | 2,106 | 3,937 | 0,041  | 0,301 |      |       |       |       |       |        |       |
| 136 | D17SD | 7C    | 2,032 | 1,015 | 1,914 | 1,016 | 0,063 | 2,016 | 4,033 | 2,139 | 4,029 | -0,001 | 0,265 |      |       |       |       |       |        |       |
| 130 | D17SE | 7C    | 2,120 | 1,043 | 1,963 | 1,058 | 0,064 | 1,963 | 3,990 | 2,119 | 3,933 | -0,063 | 0,335 |      |       |       |       |       |        |       |
| 142 | D181D | 7C    | 2,006 | 1,015 | 1,964 | 1,025 | 0,064 | 2,058 | 4,065 | 2,101 | 4,027 | 0,051  | 0,183 |      |       |       |       |       |        |       |
| 140 | D181E | 7C    | 2,008 | 1,020 | 1,982 | 1,060 | 0,064 | 2,072 | 4,080 | 2,099 | 3,923 | 0,063  | 0,301 |      |       |       |       |       |        |       |
| 144 | D18SD | 7C    | 2,029 | 1,022 | 1,959 | 1,019 | 0,064 | 2,034 | 4,037 | 2,106 | 4,049 | 0,032  | 0,169 |      |       |       |       |       |        |       |
| 138 | D18SE | 7C    | 2,153 | 1,056 | 1,979 | 1,063 | 0,064 | 1,932 | 3,939 | 2,102 | 3,913 | -0,074 | 0,322 |      |       |       |       |       |        |       |
| 150 | D191D | 7C    | 2,022 | 1,018 | 1,949 | 1,027 | 0,065 | 2,090 | 4,151 | 2,168 | 4,115 | 0,028  | 0,227 |      |       |       |       |       |        |       |
| 148 | D191E | 7C    | 2,010 | 1,019 | 2,014 | 1,067 | 0,065 | 2,102 | 4,148 | 2,098 | 3,960 | 0,055  | 0,254 |      |       |       |       |       |        |       |
| 152 | D19SD | 7C    | 2,051 | 1,025 | 1,958 | 1,024 | 0,064 | 2,029 | 4,059 | 2,125 | 4,064 | -0,002 | 0,191 |      |       |       |       |       |        |       |
| 146 | D19SE | 7C    | 2,191 | 1,066 | 1,996 | 1,060 | 0,065 | 1,913 | 3,933 | 2,101 | 3,954 | -0,105 | 0,268 |      |       |       |       |       |        |       |
| 158 | D201D | 7C    | 2,010 | 1,041 | 1,959 | 1,060 | 0,065 | 2,086 | 4,029 | 2,140 | 3,954 | 0,147  | 0,359 |      |       |       |       |       |        |       |
| 156 | D201E | 7C    | 2,025 | 1,022 | 2,008 | 1,070 | 0,065 | 2,086 | 4,132 | 2,104 | 3,949 | 0,039  | 0,280 |      |       |       |       |       |        |       |
| 160 | D20SD | 7C    | 2,029 | 1,027 | 1,963 | 1,022 | 0,064 | 2,051 | 4,051 | 2,119 | 4,070 | 0,051  | 0,173 |      |       |       |       |       |        |       |
| 154 | D20SE | 7C    | 2,199 | 1,056 | 2,010 | 1,070 | 0,064 | 1,892 | 3,938 | 2,070 | 3,889 | -0,150 | 0,275 |      |       |       |       |       |        |       |
| 166 | E011D | 7C    | 1,995 | 0,995 | 1,947 | 0,996 | 0,061 | 1,987 | 3,985 | 2,036 | 3,981 | -0,010 | 0,095 | 1    | 1,985 | 3,949 | 2,016 | 3,928 | 0,024  | 0,111 |
| 164 | E011E | 7C    | 1,912 | 0,998 | 1,963 | 1,031 | 0,061 | 2,074 | 3,973 | 2,020 | 3,846 | 0,184  | 0,212 | 2    | 1,984 | 3,966 | 2,023 | 3,955 | 0,004  | 0,095 |
| 168 | E01SD | 7C    | 2,033 | 1,008 | 1,958 | 0,994 | 0,061 | 1,950 | 3,934 | 2,025 | 3,989 | -0,033 | 0,062 | 3    | 1,997 | 3,976 | 2,041 | 3,960 | 0,019  | 0,128 |
| 162 | E01SE | 7C    | 2,071 | 1,024 | 2,016 | 1,026 | 0,062 | 1,930 | 3,904 | 1,983 | 3,896 | -0,044 | 0,073 | 4    | 1,997 | 3,991 | 2,048 | 3,969 | 0,003  | 0,134 |
| 174 | E021D | 7C    | 2,019 | 0,997 | 1,952 | 0,998 | 0,062 | 1,980 | 4,010 | 2,048 | 4,006 | -0,049 | 0,092 | 5    | 1,965 | 3,963 | 2,020 | 3,942 | -0,034 | 0,103 |
| 172 | E021E | 7C    | 1,963 | 1,004 | 2,016 | 1,028 | 0,061 | 2,020 | 3,949 | 1,967 | 3,857 | 0,094  | 0,081 | 6    | 1,963 | 3,927 | 2,005 | 3,892 | -0,000 | 0,126 |
| 176 | E02SD | 7C    | 2,047 | 1,006 | 1,951 | 0,991 | 0,062 | 1,953 | 3,974 | 2,049 | 4,034 | -0,067 | 0,065 | 7    | 1,967 | 3,965 | 2,031 | 3,939 | -0,030 | 0,130 |
| 170 | E02SE | 7C    | 2,031 | 1,025 | 1,985 | 1,027 | 0,062 | 1,984 | 3,932 | 2,030 | 3,924 | 0,038  | 0,144 | 8    | 1,965 | 3,960 | 2,032 | 3,920 | -0,030 | 0,153 |
| 182 | E031D | 7C    | 1,960 | 0,998 | 1,921 | 0,996 | 0,061 | 2,023 | 3,973 | 2,064 | 3,981 | 0,075  | 0,154 | 9    | 1,936 | 3,960 | 2,042 | 3,928 | -0,086 | 0,167 |
| 180 | E031E | 7C    | 1,985 | 1,000 | 2,007 | 1,031 | 0,062 | 2,030 | 4,030 | 2,008 | 3,909 | 0,030  | 0,113 | 10   | 1,990 | 4,042 | 2,094 | 4,023 | -0,059 | 0,174 |
| 184 | E03SD | 7C    | 2,056 | 1,013 | 1,967 | 1,000 | 0,062 | 1,960 | 3,978 | 2,049 | 4,030 | -0,058 | 0,068 | 11   | 1,982 | 4,046 | 2,105 | 4,017 | -0,077 | 0,203 |
| 178 | E03SE | 7C    | 2,040 | 1,027 | 1,972 | 1,028 | 0,062 | 1,975 | 3,924 | 2,044 | 3,920 | 0,028  | 0,178 | 12   | 2,007 | 4,057 | 2,097 | 4,022 | -0,041 | 0,181 |
| 190 | E041D | 7C    | 1,974 | 0,987 | 1,932 | 0,989 | 0,061 | 2,009 | 4,017 | 2,052 | 4,009 | 0,000  | 0,098 | 13   | 1,983 | 4,024 | 2,075 | 4,003 | -0,057 | 0,153 |
| 188 | E041E | 7C    | 1,948 | 0,998 | 1,974 | 1,024 | 0,062 | 2,069 | 4,038 | 2,042 | 3,936 | 0,101  | 0,156 | 14   | 1,981 | 4,005 | 2,073 | 3,976 | -0,042 | 0,180 |
| 192 | E04SD | 7C    | 2,056 | 1,014 | 1,955 | 0,999 | 0,062 | 1,960 | 3,974 | 2,061 | 4,034 | -0,054 | 0,090 | 15   | 1,994 | 4,019 | 2,095 | 3,979 | -0,030 | 0,224 |
| 186 | E04SE | 7C    | 2,050 | 1,016 | 1,962 | 1,026 | 0,062 | 1,950 | 3,935 | 2,037 | 3,896 | -0,035 | 0,192 | 16   | 2,020 | 4,064 | 2,106 | 4,008 | -0,024 | 0,215 |
| 198 | E051D | 7C    | 1,991 | 0,993 | 1,925 | 0,991 | 0,061 | 1,991 | 3,993 | 2,060 | 4,001 | -0,010 | 0,122 | 17   | 2,008 | 4,029 | 2,092 | 3,973 | -0,014 | 0,224 |
| 196 | E051E | 7C    | 1,985 | 1,000 | 2,016 | 1,029 | 0,061 | 1,997 | 3,965 | 1,967 | 3,853 | 0,030  | 0,085 | 18   | 2,031 | 4,057 | 2,097 | 4,010 | 0,006  | 0,195 |
| 200 | E05SD | 7C    | 2,058 | 1,005 | 1,966 | 0,994 | 0,061 | 1,911 | 3,913 | 2,000 | 3,956 | -0,091 | 0,045 | 19   | 1,983 | 3,956 | 2,049 | 3,904 | 0,010  | 0,210 |
| 194 | E05SE | 7C    | 2,074 | 1,020 | 1,978 | 1,027 | 0,063 | 1,959 | 3,983 | 2,054 | 3,956 | -0,065 | 0,160 | 20   | 1,997 | 3,972 | 2,071 | 3,927 | 0,023  | 0,233 |
| 206 | E061D | 7C    | 2,002 | 1,001 | 1,958 | 1,003 | 0,061 | 1,981 | 3,961 | 2,025 | 3,953 | 0,000  | 0,101 |      |       |       |       |       |        |       |
| 204 | E061E | 7C    | 1,990 | 1,008 | 2,021 | 1,048 | 0,062 | 2,009 | 3,966 | 1,978 | 3,814 | 0,053  | 0,154 | MED1 | 1,987 | 3,996 | 2,061 | 3,964 | -0,022 | 0,167 |
| 208 | E06SD | 7C    | 2,052 | 1,013 | 1,972 | 1,002 | 0,061 | 1,932 | 3,914 | 2,011 | 3,957 | -0,050 | 0,066 | S160 | 0,021 | 0,041 | 0,033 | 0,040 | 0,032  | 0,042 |
| 202 | E06SE | 7C    | 2,070 | 1,034 | 1,992 | 1,040 | 0,062 | 1,931 | 3,866 | 2,007 | 3,844 | -0,004 | 0,185 |      |       |       |       |       |        |       |
| 214 | E071D | 7C    | 2,010 | 0,999 | 1,941 | 1,005 | 0,061 | 1,973 | 3,969 | 2,043 | 3,945 | -0,024 | 0,147 |      |       |       |       |       |        |       |
| 212 | E071E | 7C    | 2,000 | 1,011 | 2,008 | 1,039 | 0,063 | 2,031 | 4,018 | 2,023 | 3,910 | 0,044  | 0,144 |      |       |       |       |       |        |       |
| 216 | E07SD | 7C    | 2,078 | 1,011 | 1,968 | 1,001 | 0,062 | 1,924 | 3,954 | 2,031 | 3,994 | -0,105 | 0,070 |      |       |       |       |       |        |       |
| 210 | E07SE | 7C    | 2,093 | 1,037 | 2,004 | 1,040 | 0,063 | 1,941 | 3,918 | 2,027 | 3,906 | -0,036 | 0,158 |      |       |       |       |       |        |       |
| 222 | E081D | 7C    | 2,010 | 1,005 | 1,950 | 1,009 | 0,062 | 2,005 | 4,010 | 2,067 | 3,994 | 0,000  | 0,145 |      |       |       |       |       |        |       |
| 220 | E081E | 7C    | 2,000 | 1,012 | 1,995 | 1,048 | 0,062 | 2,015 | 3,982 | 2,020 | 3,845 | 0,049  | 0,213 |      |       |       |       |       |        |       |

7C ESQUERDA



LWNETA

## MEDIDAS DE RESISTENCIA DE FOLHA NAS ESTRUTURAS PROPOSTAS

6C DIREITA

| METAL |       |     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |      |      |      |      |
|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|------|
| DIE   | POS   | R1X | R2X   | R1Y   | R2Y   | RS    | LM1X  | LM2X  | LM1Y  | LM2Y  | DEL_X | DEL_Y  |       | LM1X | LM2X | LM1Y | LM2Y |
| 224   | E08SD | 7C  | 2,077 | 1,017 | 1,978 | 1,009 | 0,062 | 1,940 | 3,963 | 2,037 | 3,994 | -0,081 | 0,083 |      |      |      |      |
| 218   | E08SE | 7C  | 2,122 | 1,037 | 2,013 | 1,048 | 0,062 | 1,899 | 3,886 | 2,002 | 3,845 | -0,088 | 0,172 |      |      |      |      |
| 230   | E09ID | 7C  | 2,063 | 1,005 | 1,933 | 1,004 | 0,062 | 1,953 | 4,010 | 2,085 | 4,014 | -0,100 | 0,161 |      |      |      |      |
| 228   | E09IE | 7C  | 2,018 | 1,011 | 1,997 | 1,042 | 0,062 | 1,997 | 3,986 | 2,018 | 3,868 | 0,008  | 0,182 |      |      |      |      |
| 232   | E09SD | 7C  | 2,099 | 1,020 | 1,964 | 1,012 | 0,062 | 1,904 | 3,919 | 2,035 | 3,950 | -0,109 | 0,126 |      |      |      |      |
| 226   | E09SE | 7C  | 2,150 | 1,035 | 2,000 | 1,047 | 0,063 | 1,890 | 3,925 | 2,031 | 3,880 | -0,143 | 0,197 |      |      |      |      |
| 238   | E10ID | 7C  | 2,033 | 0,997 | 1,933 | 0,994 | 0,063 | 1,998 | 4,075 | 2,102 | 4,087 | -0,075 | 0,117 |      |      |      |      |
| 236   | E10IE | 7C  | 1,992 | 1,005 | 1,962 | 1,034 | 0,062 | 2,023 | 4,010 | 2,054 | 3,897 | 0,036  | 0,228 |      |      |      |      |
| 240   | E10SD | 7C  | 2,067 | 1,008 | 1,937 | 1,001 | 0,063 | 1,981 | 4,063 | 2,114 | 4,091 | -0,096 | 0,139 |      |      |      |      |
| 234   | E10SE | 7C  | 2,108 | 1,027 | 1,958 | 1,028 | 0,064 | 1,958 | 4,019 | 2,108 | 4,015 | -0,100 | 0,211 |      |      |      |      |
| 246   | E11ID | 7C  | 2,100 | 1,002 | 1,939 | 1,007 | 0,063 | 1,935 | 4,054 | 2,095 | 4,034 | -0,175 | 0,161 |      |      |      |      |
| 244   | E11IE | 7C  | 1,993 | 1,007 | 1,961 | 1,039 | 0,063 | 2,055 | 4,067 | 2,088 | 3,941 | 0,043  | 0,254 |      |      |      |      |
| 248   | E11SD | 7C  | 2,093 | 1,012 | 1,926 | 1,002 | 0,064 | 1,972 | 4,079 | 2,143 | 4,119 | -0,128 | 0,169 |      |      |      |      |
| 242   | E11SE | 7C  | 2,098 | 1,036 | 1,971 | 1,039 | 0,064 | 1,967 | 3,984 | 2,094 | 3,973 | -0,049 | 0,230 |      |      |      |      |
| 254   | E12ID | 7C  | 2,019 | 1,005 | 1,952 | 1,005 | 0,063 | 2,028 | 4,075 | 2,098 | 4,075 | -0,018 | 0,122 |      |      |      |      |
| 252   | E12IE | 7C  | 1,994 | 1,012 | 1,987 | 1,047 | 0,064 | 2,086 | 4,111 | 2,094 | 3,973 | 0,061  | 0,228 |      |      |      |      |
| 256   | E12SD | 7C  | 2,070 | 1,015 | 1,942 | 1,007 | 0,064 | 1,994 | 4,067 | 2,125 | 4,099 | -0,076 | 0,154 |      |      |      |      |
| 250   | E12SE | 7C  | 2,150 | 1,038 | 1,991 | 1,047 | 0,064 | 1,920 | 3,976 | 2,073 | 3,942 | -0,133 | 0,218 |      |      |      |      |
| 262   | E13ID | 7C  | 2,026 | 1,011 | 1,961 | 1,011 | 0,063 | 2,021 | 4,050 | 2,088 | 4,050 | -0,008 | 0,128 |      |      |      |      |
| 260   | E13IE | 7C  | 2,017 | 1,011 | 1,999 | 1,040 | 0,064 | 2,046 | 4,083 | 2,065 | 3,969 | 0,010  | 0,169 |      |      |      |      |
| 264   | E13SD | 7C  | 2,105 | 1,019 | 1,958 | 1,012 | 0,063 | 1,945 | 4,019 | 2,091 | 4,046 | -0,123 | 0,140 |      |      |      |      |
| 258   | E13SE | 7C  | 2,150 | 1,046 | 2,007 | 1,046 | 0,064 | 1,920 | 3,946 | 2,057 | 3,946 | -0,105 | 0,177 |      |      |      |      |
| 270   | E14ID | 7C  | 2,047 | 1,010 | 1,957 | 1,016 | 0,063 | 1,985 | 4,022 | 2,076 | 3,999 | -0,052 | 0,159 |      |      |      |      |
| 268   | E14IE | 7C  | 2,011 | 1,013 | 1,988 | 1,044 | 0,063 | 2,036 | 4,042 | 2,060 | 3,922 | 0,030  | 0,212 |      |      |      |      |
| 272   | E14SD | 7C  | 2,080 | 1,019 | 1,955 | 1,012 | 0,063 | 1,953 | 3,987 | 2,078 | 4,014 | -0,079 | 0,146 |      |      |      |      |
| 266   | E14SE | 7C  | 2,116 | 1,040 | 1,985 | 1,040 | 0,064 | 1,951 | 3,969 | 2,079 | 3,969 | -0,067 | 0,201 |      |      |      |      |
| 278   | E15ID | 7C  | 2,032 | 1,014 | 1,956 | 1,020 | 0,063 | 1,999 | 4,006 | 2,077 | 3,983 | -0,008 | 0,179 |      |      |      |      |
| 276   | E15IE | 7C  | 2,008 | 1,015 | 1,993 | 1,051 | 0,064 | 2,056 | 4,067 | 2,071 | 3,927 | 0,044  | 0,231 |      |      |      |      |
| 280   | E15SD | 7C  | 2,096 | 1,020 | 1,937 | 1,013 | 0,064 | 1,969 | 4,047 | 2,131 | 4,075 | -0,104 | 0,193 |      |      |      |      |
| 274   | E15SE | 7C  | 2,115 | 1,043 | 1,966 | 1,050 | 0,064 | 1,952 | 3,957 | 2,099 | 3,931 | -0,054 | 0,293 |      |      |      |      |
| 286   | E16ID | 7C  | 2,035 | 1,008 | 1,947 | 1,018 | 0,064 | 2,028 | 4,095 | 2,120 | 4,055 | -0,037 | 0,192 |      |      |      |      |
| 284   | E16IE | 7C  | 1,993 | 1,014 | 1,992 | 1,045 | 0,065 | 2,104 | 4,135 | 2,105 | 4,012 | 0,072  | 0,207 |      |      |      |      |
| 288   | E16SD | 7C  | 2,048 | 1,014 | 1,943 | 1,016 | 0,063 | 2,000 | 4,038 | 2,108 | 4,031 | -0,039 | 0,192 |      |      |      |      |
| 282   | E16SE | 7C  | 2,120 | 1,035 | 1,974 | 1,049 | 0,064 | 1,947 | 3,988 | 2,091 | 3,935 | -0,092 | 0,268 |      |      |      |      |
| 294   | E17ID | 7C  | 2,041 | 1,018 | 1,973 | 1,028 | 0,064 | 2,022 | 4,055 | 2,092 | 4,015 | -0,010 | 0,176 |      |      |      |      |
| 292   | E17IE | 7C  | 2,007 | 1,017 | 1,983 | 1,054 | 0,064 | 2,057 | 4,059 | 2,081 | 3,916 | 0,055  | 0,269 |      |      |      |      |
| 296   | E17SD | 7C  | 2,073 | 1,024 | 1,960 | 1,026 | 0,064 | 1,991 | 4,031 | 2,106 | 4,023 | -0,048 | 0,197 |      |      |      |      |
| 290   | E17SE | 7C  | 2,122 | 1,047 | 1,993 | 1,056 | 0,064 | 1,960 | 3,973 | 2,087 | 3,939 | -0,052 | 0,254 |      |      |      |      |
| 302   | E18ID | 7C  | 2,039 | 1,021 | 1,983 | 1,028 | 0,065 | 2,072 | 4,138 | 2,131 | 4,110 | 0,006  | 0,153 |      |      |      |      |
| 300   | E18IE | 7C  | 2,007 | 1,024 | 2,004 | 1,061 | 0,064 | 2,073 | 4,063 | 2,076 | 3,921 | 0,083  | 0,250 |      |      |      |      |
| 304   | E18SD | 7C  | 2,056 | 1,027 | 1,969 | 1,023 | 0,063 | 1,992 | 3,987 | 2,080 | 4,003 | -0,004 | 0,163 |      |      |      |      |
| 298   | E18SE | 7C  | 2,141 | 1,054 | 2,024 | 1,063 | 0,066 | 1,989 | 4,039 | 2,104 | 4,005 | -0,061 | 0,212 |      |      |      |      |
| 310   | E19ID | 7C  | 2,065 | 1,028 | 1,990 | 1,037 | 0,063 | 1,967 | 3,952 | 2,041 | 3,918 | -0,017 | 0,176 |      |      |      |      |
| 308   | E19IE | 7C  | 2,012 | 1,032 | 2,019 | 1,069 | 0,064 | 2,051 | 4,000 | 2,044 | 3,861 | 0,106  | 0,251 |      |      |      |      |
| 312   | E19SD | 7C  | 2,071 | 1,033 | 1,983 | 1,031 | 0,063 | 1,977 | 3,964 | 2,065 | 3,972 | -0,010 | 0,166 |      |      |      |      |
| 306   | E19SE | 7C  | 2,134 | 1,056 | 2,019 | 1,068 | 0,064 | 1,934 | 3,909 | 2,044 | 3,865 | -0,041 | 0,246 |      |      |      |      |
| 318   | E20ID | 7C  | 2,054 | 1,032 | 1,995 | 1,039 | 0,064 | 2,009 | 4,000 | 2,069 | 3,973 | 0,020  | 0,174 |      |      |      |      |
| 316   | E20IE | 7C  | 2,007 | 1,030 | 2,007 | 1,070 | 0,064 | 2,057 | 4,007 | 2,057 | 3,857 | 0,108  | 0,284 |      |      |      |      |
| 320   | E20SD | 7C  | 2,075 | 1,036 | 1,957 | 1,027 | 0,063 | 1,973 | 3,953 | 2,092 | 3,987 | -0,006 | 0,209 |      |      |      |      |
| 314   | E20SE | 7C  | 2,134 | 1,059 | 2,013 | 1,069 | 0,064 | 1,949 | 3,928 | 2,067 | 3,891 | -0,030 | 0,265 |      |      |      |      |

ERR  
ERR

## **APÊNDICE IV**

### **TABELAS DAS MEDIDAS DE OVERLAY**

## OVERLAY

|       | NORTE    | RD       | NORTE    | RA       | SUL      | RD       | SUL      | RA       | LESTE  | RD     | LESTE  | RA     | OESTE  | RD     | OESTE  | RA     | NORTE | SUL   | LESTE | OESTE | SHIFT | XSHIFT | YTETA | X     | TETA  | Y     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| D01SE |          |          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| D01IE |          |          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| D01ID |          |          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| D01SD |          |          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        |        |        |       | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000  | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| D02SE | 1591,738 | 1569,548 | 1605,972 | 1598,806 | 1575,8   | 1573,99  | 2,183    | 2,396    | -0,016 | -0,005 | -0,001 | 0,013  | -0,017 | -0,021 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D02IE | 1608,946 | 1589,704 | 1605,842 | 1587,832 | 1573,148 | 1567,976 | 1580,628 | 1580,896 | -0,013 | -0,013 | -0,004 | 0,000  | -0,001 | -0,006 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D02ID | 1580,796 | 1549,878 | 1590,616 | 1563,56  | 1533,552 | 1561,248 | 1556,19  | 1554,88  | -0,023 | -0,020 | 0,021  | -0,001 | -0,005 | 0,033  | -0,000 | 0,000  |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D02SD | 1580,72  | 1557,814 | 1589,364 | 1578,538 | 1566,422 | 1559,268 | 1565,66  | 1547,706 | -0,017 | -0,008 | -0,005 | -0,013 | -0,013 | 0,012  | -0,000 | 0,000  |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D03SE | 1866,92  | 1459,474 | 1588,768 | 1575,36  | 1566,874 | 1571,23  | 1572,446 | 1561,634 | -0,249 | -0,010 | 0,003  | -0,008 | -0,389 | 0,017  | -0,003 | 0,000  |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D03IE | 1891,248 | 1426,746 | 1600,76  | 1577,534 | 1583,532 | 1552,394 | 1581,268 | 1564,34  | -0,306 | -0,016 | -0,023 | -0,012 | -0,435 | -0,016 | -0,003 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D03ID | 1859,922 | 1424,19  | 1594,322 | 1553,884 | 1563,882 | 1553,21  | 1554,494 | 1548,008 | -0,297 | -0,030 | -0,008 | -0,005 | -0,402 | -0,005 | -0,003 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D03SD | 1905,084 | 1409,91  | 1564,034 | 1555,768 | 1558,594 | 1541,274 | 1579,634 | 1549,208 | -0,327 | -0,006 | -0,013 | -0,022 | -0,481 | 0,014  | -0,004 | 0,000  |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D04SE | 1603,412 | 1573,244 | 1596,866 | 1589,46  | 1596,21  | 1553,95  | 1601,714 | 1584,092 | -0,022 | -0,005 | -0,031 | -0,013 | -0,025 | -0,028 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D04IE | 1617,004 | 1557,348 | 1607,17  | 1598,684 | 1608,28  | 1565,464 | 1603,334 | 1573,374 | -0,043 | -0,006 | -0,031 | -0,021 | -0,055 | -0,014 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D04ID | 1591,06  | 1541,982 | 1593,548 | 1575,444 | 1586,018 | 1542,034 | 1581,79  | 1556,602 | -0,037 | -0,013 | -0,033 | -0,019 | -0,035 | -0,021 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D04SD | 1602,006 | 1532,104 | 1588,162 | 1577,49  | 1582,444 | 1545,73  | 1587,57  | 1554,206 | -0,051 | -0,008 | -0,027 | -0,027 | -0,065 | -0,001 | -0,001 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D05SE | 1636,216 | 1603,002 | 1629,84  | 1623,402 | 1618,654 | 1571,494 | 1637,21  | 1597,186 | -0,023 | -0,004 | -0,034 | -0,028 | -0,028 | -0,009 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D05IE | 1653,306 | 1581,648 | 1630,97  | 1623,074 | 1637,218 | 1585,988 | 1632,8   | 1594,616 | -0,049 | -0,005 | -0,036 | -0,026 | -0,066 | -0,014 | -0,001 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D05ID | 1621,764 | 1568,626 | 1620,098 | 1600,536 | 1621,4   | 1559,576 | 1608,468 | 1575,644 | -0,038 | -0,014 | -0,045 | -0,024 | -0,037 | -0,032 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D05SD | 1620,284 | 1553,448 | 1601,544 | 1590,156 | 1620,672 | 1545,634 | 1636,754 | 1553,426 | -0,048 | -0,008 | -0,054 | -0,039 | -0,060 | 0,007  | -0,000 | 0,000  |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D06SE | 1608,25  | 1620,57  | 1628,328 | 1633,146 | 1625,856 | 1584,096 | 1645,486 | 1576,6   | 0,009  | 0,003  | -0,030 | -0,049 | 0,008  | 0,028  | 0,000  | 0,000  |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D06IE | 1614,08  | 1634,348 | 1626,102 | 1622,012 | 1653,248 | 1575,356 | 1655,192 | 1587,248 | 0,014  | -0,003 | -0,054 | -0,047 | 0,025  | -0,011 | 0,006  | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D06ID | 1674,024 | 1537,226 | 1627,368 | 1613,074 | 1662,174 | 1559,886 | 1656,006 | 1558,394 | -0,098 | -0,010 | -0,072 | -0,069 | -0,131 | -0,004 | -0,001 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D06SD | 1639,494 | 1589,244 | 1627,636 | 1627,934 | 1631,002 | 1576,9   | 1744,49  | 1503,2   | -0,035 | 0,000  | -0,038 | -0,166 | -0,052 | 0,192  | -0,000 | 0,002  |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D07SE | 1632,986 | 1625,38  | 1622,616 | 1610,53  | 1622,888 | 1594,398 | 1628,834 | 1592,352 | -0,005 | -0,008 | -0,020 | -0,026 | 0,005  | 0,008  | 0,000  | 0,000  |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D07IE | 1666,312 | 1598,412 | 1639,76  | 1623,264 | 1703,63  | 1534,988 | 1640,548 | 1600,284 | -0,046 | -0,011 | -0,116 | -0,028 | -0,052 | -0,133 | -0,000 | -0,001 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D07ID | 1618,578 | 1596,942 | 1628,04  | 1615,128 | 1621,566 | 1585,31  | 1618,268 | 1591,032 | -0,015 | -0,009 | -0,026 | -0,019 | -0,010 | -0,010 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D07SD | 1651,438 | 1578,106 | 1625,502 | 1617,27  | 1643,68  | 1560,838 | 1652,378 | 1583,794 | -0,051 | -0,006 | -0,058 | -0,047 | -0,068 | -0,017 | -0,001 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D08SE | 1647,888 | 1615,746 | 1630,564 | 1609,29  | 1613,694 | 1605,564 | 1616,322 | 1616,326 | -0,022 | -0,015 | -0,006 | 0,000  | -0,011 | -0,009 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D08IE | 1666,792 | 1622,024 | 1650,06  | 1622,03  | 1652,368 | 1582,266 | 1622,714 | 1631,648 | -0,030 | -0,019 | -0,048 | -0,007 | -0,016 | -0,061 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D08ID | 1646,22  | 1588,246 | 1669,072 | 1583,738 | 1600,776 | 1619,312 | 1612,286 | 1617,218 | -0,041 | -0,059 | 0,013  | 0,003  | 0,028  | 0,014  | 0,000  | 0,000  |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D08SD | 1706,272 | 1538,296 | 1628,22  | 1595,976 | 1639,322 | 1567,962 | 1625,556 | 1598,848 | -0,115 | -0,022 | -0,050 | -0,019 | -0,139 | -0,047 | -0,001 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D09SE | 1650,278 | 1631,012 | 1655,304 | 1623,082 | 1611,882 | 1628,598 | 1622,178 | 1639,444 | -0,013 | -0,022 | 0,012  | 0,012  | 0,013  | -0,000 | 0,000  | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D09IE | 1669,02  | 1604,888 | 1655,394 | 1606,056 | 1636,122 | 1597,328 | 1628,162 | 1620,738 | -0,043 | -0,033 | -0,027 | -0,005 | -0,014 | -0,033 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D09ID | 1643,488 | 1602,4   | 1664,752 | 1595,82  | 1603,482 | 1613,656 | 1622,926 | 1620,456 | -0,029 | -0,047 | 0,007  | -0,002 | 0,028  | 0,013  | 0,000  | 0,000  |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D09SD | 1645,064 | 1597,736 | 1636,404 | 1592,402 | 1602,044 | 1615,262 | 1629,49  | 1617,846 | -0,032 | -0,030 | 0,009  | -0,008 | -0,003 | 0,026  | -0,000 | 0,000  |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D10SE | 1672,87  | 1616,12  | 1659,23  | 1617,75  | 1625,406 | 1614,168 | 1623,354 | 1625,564 | -0,038 | -0,028 | -0,008 | 0,002  | -0,015 | -0,014 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D10IE | 1766,632 | 1542,442 | 1662,73  | 1604,038 | 1701,32  | 1548,544 | 1621,578 | 1611,278 | -0,148 | -0,040 | -0,104 | -0,007 | -0,162 | -0,146 | -0,001 | -0,001 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D10ID | 1697,77  | 1555,314 | 1661,908 | 1601,442 | 1621,232 | 1608,506 | 1624,328 | 1619,242 | -0,099 | -0,042 | -0,009 | -0,004 | -0,086 | -0,008 | -0,001 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D10SD | 1685,314 | 1579,564 | 1662,03  | 1586,334 | 1621,708 | 1594,03  | 1624,346 | 1617,088 | -0,071 | -0,052 | -0,019 | -0,005 | -0,030 | -0,022 | -0,000 | -0,000 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D11SE | 1777,54  | 1506,922 | 1643,56  | 1608,826 | 1709,014 | 1545,39  | 1631,12  | 1619,164 | -0,184 | -0,024 | -0,113 | -0,008 | -0,239 | -0,157 | -0,002 | -0,001 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D11IE | 1812,562 | 1487,466 | 1652,04  | 1608,29  | 1780,928 | 1471,428 | 1631,598 | 1609,242 | -0,215 | -0,029 | -0,211 | -0,015 | -0,278 | -0,294 | -0,002 | -0,002 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D11ID | 1776,736 | 1484,4   | 1658,462 | 1593,46  | 1693,968 | 1524,938 | 1632,516 | 1613,986 | -0,201 | -0,045 | -0,119 | -0,013 | -0,235 | -0,159 | -0,002 | -0,001 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D11SD | 1811,212 | 1463,282 | 1639,176 | 1597,25  | 1691     | 1543,61  | 1627,154 | 1596,012 | -0,234 | -0,029 | -0,101 | -0,021 | -0,309 | -0,119 | -0,002 | -0,001 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D12SE | 1855,77  | 1464,928 | 1648,526 | 1615,942 | 1793,168 | 1476,68  | 1648,606 | 1618,592 | -0,261 | -0,022 | -0,217 | -0,020 | -0,358 | -0,295 | -0,003 | -0,002 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D12IE | 1864,306 | 1449,3   | 1649,34  | 1608,154 | 1853,256 | 1430,7   | 1638,484 | 1609,144 | -0,274 | -0,028 | -0,285 | -0,020 | -0,369 | -0,397 | -0,003 | -0,003 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D12ID | 1827,3   | 1450,514 | 1643,808 | 1592,902 | 1770,016 | 1464,658 | 1637,54  | 1611,438 | -0,258 | -0,035 | -0,214 | -0,018 | -0,334 | -0,294 | -0,003 | -0,002 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D12SD | 1871,884 | 1429,58  | 1638,97  | 1592,1   | 1787,408 | 1466,476 | 1633,526 | 1593,698 | -0,295 | -0,032 | -0,219 | -0,027 | -0,395 | -0,287 | -0,003 | -0,002 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D13SE | 1866,92  | 1459,474 | 1641,474 | 1597,738 | 1825,044 | 1435,7   | 1637,022 | 1604,392 | -0,271 | -0,030 | -0,271 | -0,023 | -0,362 | -0,372 | -0,003 | -0,003 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D13IE | 1891,248 | 1426,746 | 1642,73  | 1593,982 | 1886,352 | 1393,44  | 1626,176 | 1587,524 | -0,307 | -0,033 | -0,336 | -0,027 | -0,411 | -0,464 | -0,003 | -0,004 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D13ID | 1859,922 | 1424,19  | 1639,694 | 1590,322 | 1790,084 | 1443,434 | 1630,686 | 1594,444 | -0,299 | -0,034 | -0,244 | -0,025 | -0,397 | -0,329 | -0,003 | -0,003 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D13SD | 1905,084 | 1409,91  | 1634,068 | 1587,114 | 1863,068 | 1420,886 | 1635,66  | 1593,346 | -0,330 | -0,032 | -0,299 | -0,029 | -0,446 | -0,405 | -0,004 | -0,003 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D14SE | 1888,518 | 1411,43  | 1637,72  | 1597,882 | 1756,944 | 1456,03  | 1624,848 | 1602,524 | -0,326 | -0,028 | -0,215 | -0,016 | -0,448 | -0,299 | -0,004 | -0,002 |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |
| D14IE | 1953,086 | 1401,05  | 1647,568 | 1593,264 | 1839,882 | 1423,47  | 1630,808 | 1594,678 | -0,360 | -0,037 | -0,285 | -0,025 | -0,485 | -0,39  |        |        |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |



D15SE 1907,39 1400,5 1636,326 1591,302 1714,958 1486,33 1613,338 1593,324 -0,346 -0,031 -0,164 -0,014 -0,471 -0,224 -0,004 -0,002  
D15IE 1909,778 1395,238 1642,182 1582,892 1774,99 1434,8 1622,368 1589,806 -0,347 -0,041 -0,242 -0,023 -0,459 -0,329 -0,004 -0,003  
D15ID 1872,45 1407,534 1649,658 1593,556 1713,19 1487,984 1624,65 1598,04 -0,321 -0,039 -0,161 -0,019 -0,424 -0,214 -0,003 -0,002  
D15SD 1906,264 1389,216 1644,9 1586,3 1747,428 1472,454 1623,84 1586,412 -0,351 -0,040 -0,192 -0,026 -0,466 -0,249 -0,004 -0,002  
D16SE 1867,166 1411,332 1629,094 1581,826 1669,96 1516,31 1622,03 1601,91 -0,315 -0,033 -0,111 -0,014 -0,423 -0,145 -0,003 -0,001  
D16IE 1823,59 1427,598 1645,552 1578,03 1677,41 1495,792 1610,384 1594,512 -0,273 -0,047 -0,130 -0,011 -0,340 -0,179 -0,003 -0,001  
D16ID 1848,436 1418,394 1665,404 1597,668 1653,342 1540,598 1605,118 1583,61 -0,299 -0,046 -0,081 -0,015 -0,379 -0,098 -0,003 -0,001  
D16SD 1875,018 1398,574 1653,468 1593,516 1698,076 1509,522 1622,974 1595,5 -0,326 -0,041 -0,132 -0,019 -0,429 -0,170 -0,003 -0,001  
D17SE 1660,646 1545,202 1635,036 1581,984 1613,328 1575,368 1598,83 1594,98 -0,082 -0,037 -0,027 -0,003 -0,067 -0,037 -0,001 -0,000  
D17IE 1776,106 1456,7 1675,334 1551,858 1676,758 1510,848 1609,63 1600,04 -0,222 -0,085 -0,118 -0,007 -0,205 -0,167 -0,002 -0,001  
D17ID 1699,12 1519,23 1682,006 1565,984 1603,018 1593,982 1607,87 1599,82 -0,127 -0,080 -0,006 -0,006 -0,070 -0,001 -0,001 -0,000  
D17SD 1876,558 1403,884 1660,276 1575,998 1642,47 1555,74 1624,36 1603,948 -0,322 -0,058 -0,061 -0,014 -0,396 -0,070 -0,003 -0,001  
D18SE 1631,8 1571,904 1639,558 1579,38 1530,918 1651,066 1597,198 1601,824 -0,043 -0,042 0,087 0,003 -0,000 0,126 -0,000 0,001  
D18IE 1675,21 1548,608 1707,812 1526,776 1601,616 1548,732 1594,01 1587,6 -0,088 -0,125 -0,039 -0,005 0,056 -0,051 0,000 -0,000  
D18ID 1654,762 1359,16 1786,416 1488,02 1577,03 1610,832 1604,156 1604,174 -0,068 -0,205 0,024 0,000 0,205 0,036 0,002 0,000  
D18SD 1655,91 1569,152 1687,034 1567,106 1597,486 1618,338 1600,786 1604,392 -0,060 -0,081 0,015 0,003 0,032 0,018 0,000 0,000  
D19SE 1624,592 1585,786 1635,494 1586,638 1565,476 1646,54 1599,868 1606,414 -0,028 -0,035 0,058 0,005 0,010 0,080 0,000 0,001  
D19IE 1637,532 1576,07 1682,93 1549,678 1593,618 1577,712 1598,204 1600,908 -0,043 -0,092 -0,011 0,002 0,074 -0,020 0,001 -0,000  
D19ID 1632,34 1589,738 1715,502 1532,006 1542,608 1656,554 1600,77 1609,61 -0,030 -0,128 0,082 0,006 0,147 0,113 0,001 0,001  
D19SD 1652,712 1570,516 1761,174 1482,212 1584,508 1614,966 1601,08 1602,242 -0,057 -0,193 0,022 0,001 0,204 0,031 0,002 0,000  
D20SE 1633,678 1597,482 1631,29 1592,924 1574,12 1617,314 1602,216 1612,89 -0,026 -0,027 0,031 0,008 0,002 0,036 0,000 0,000  
D20IE 1644,848 1588,102 1687,394 1540,724 1593,272 1583,458 1606,418 1605,264 -0,039 -0,102 -0,007 -0,001 0,094 -0,009 0,001 -0,000  
D20ID 1628,1 1594,42 1695,484 1533,268 1559,02 1628,662 1588,952 1603,544 -0,024 -0,115 0,051 0,011 0,136 0,060 0,001 0,000  
D20SD 1645,954 1580,05 1669,056 1571,382 1568,13 1630,806 1591,926 1604,884 -0,046 -0,067 0,044 0,009 0,032 0,053 0,000 0,000  
E01SE 1575,328 1581,03 1560,724 1592,212 1532,626 1547,788 1569,618 1556,042 0,004 0,023 -0,004 -0,010 -0,028 0,010 -0,000 0,000  
E01IE 1563,472 1572,812 1567,338 1584,502 1547,152 1554,92 1560,312 1567,848 0,007 0,012 0,006 0,020 -0,008 -0,022 -0,000 -0,000  
E01ID 1592,7 1565,384 1594,15 1565,208 1554,998 1550,916 1566,604 1568,234 -0,020 -0,021 -0,003 0,001 0,002 -0,006 0,000 -0,000  
E01SD 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000 0,000  
E02SE 1574,656 1571,798 1569,116 1569,308 1558,736 1551,402 1558,358 1544,502 -0,002 0,000 -0,006 -0,010 -0,003 0,007 -0,000 0,000  
E02IE 1569,214 1581,35 1568,694 1570,594 1557,94 1564,862 1561,852 1595,586 0,009 0,001 0,005 0,024 0,011 -0,029 0,000 -0,000  
E02ID 1603,41 1558,708 1592,026 1555,686 1582,274 1520,316 1571,07 1557,468 -0,032 -0,027 -0,047 -0,010 -0,009 -0,055 -0,000 -0,000  
E02SD 1594,732 1566,36 1609,25 1562,348 1552,318 1578,514 1587,74 1586,96 -0,020 -0,033 0,019 -0,001 0,020 0,030 0,000 0,000  
E03SE 1591,172 1591,704 1581,524 1581,638 1581,216 1571,646 1578,974 1593,782 0,000 0,000 -0,007 0,011 0,000 -0,027 0,000 -0,000  
E03IE 1588,746 1586,806 1587,368 1586,648 1566,812 1564,46 1586,5 1596,288 -0,001 -0,001 -0,002 0,007 -0,001 -0,013 -0,000 -0,000  
E03ID 1628,686 1572,928 1607,926 1568,352 1648,96 1501,676 1596,22 1595,384 -0,040 -0,029 -0,109 -0,001 -0,017 -0,163 -0,000 -0,001  
E03SD 1614,636 1559,81 1603,974 1567,342 1609,976 1533,494 1594,918 1718,718 -0,039 -0,026 -0,056 0,081 -0,019 -0,285 -0,000 -0,002  
E04SE 1614,374 1627,786 1602,384 1610,77 1598,19 1581,83 1637,288 1597,374 0,009 0,006 -0,012 -0,028 0,005 0,024 0,000 0,000  
E04IE 1610,09 1612,964 1606,432 1605,482 1599,038 1583,708 1606,204 1596,678 0,002 -0,001 -0,011 -0,007 0,004 -0,006 0,000 -0,000  
E04ID 1725,564 1517,794 1624,514 1589,806 1702,892 1478,192 1632,802 1603,382 -0,145 -0,025 -0,163 -0,020 -0,180 -0,215 -0,001 -0,002  
E04SD 1630,944 1565,272 1605,9 1577,53 1631,664 1546,186 1611,488 1578,62 -0,046 -0,020 -0,061 -0,023 -0,039 -0,057 -0,000 -0,000  
E05SE 1595,844 1633,412 1599,94 1599,5 1609,148 1579,792 1635,87 1767,324 0,026 -0,000 -0,021 0,082 0,040 -0,155 0,000 -0,001  
E05IE 1609,878 1620,024 1618,34 1623,308 1602,906 1585,062 1622,27 1610,654 0,007 0,003 -0,013 -0,008 0,005 -0,007 0,000 -0,000  
E05ID 1730,326 1514,39 1620,454 1595,526 1733,526 1458,736 1685,888 1546,34 -0,151 -0,018 -0,200 -0,098 -0,200 -0,152 -0,002 -0,001  
E05SD 1717,236 1512,138 1623,358 1582,784 1670,536 1531,22 1643,632 1587,348 -0,142 -0,028 -0,098 -0,039 -0,171 -0,089 -0,001 -0,001  
E06SE 1590,354 1662,336 1616,402 1628,312 1631,628 1591,954 1656,192 1580,376 0,050 0,008 -0,028 -0,053 0,062 0,038 0,001 0,000  
E06IE 1608,03 1676,094 1618,32 1652,422 1631 1613,41 1663,866 1614,916 0,045 0,023 -0,012 -0,033 0,034 0,031 0,000 0,000  
E06ID 1718,536 1527,482 1638,906 1610,618 1739,892 1489,212 1742,272 1495,982 -0,133 -0,020 -0,178 -0,173 -0,171 -0,006 -0,001 -0,000  
E06SD 1697,884 1539,026 1622,824 1602,118 1709,596 1503,896 1749,366 1511,994 -0,110 -0,014 -0,145 -0,162 -0,143 0,026 -0,001 0,000  
E07SE 1550,246 1712,376 1603,854 1620,748 1636,936 1607,866 1770,838 1494,96 0,112 0,012 -0,020 -0,191 0,150 0,257 0,001 0,002  
E07IE 1573,072 1683,094 1621,36 1639,176 13,218 593,87 1645,588 1607,816 0,075 0,012 \*\*\*\*\*-0,026 0,094 0,001  
E07ID 1724,954 1552,652 1627,192 1605,642 1755,43 1478,82 1761,08 1516,1 -0,118 -0,015 -0,196 -0,168 -0,154 -0,042 -0,001 -0,000  
E07SD 1722,368 1538,462 1621,184 1603,94 1730,886 1514,584 1783,252 1488,064 -0,125 -0,012 -0,148 -0,200 -0,169 0,077 -0,001 0,001  
E08SE 1599,372 1670,126 1612,792 1624,018 1629,304 1600,484 1680,528 1594,216 0,049 0,008 -0,020 -0,059 0,061 0,058 0,000 0,000  
E08IE 1629,166 1635,468 1615,236 1620,056 1616,366 1596,736 1640,426 1660,972 0,004 0,003 -0,014 0,014 0,001 -0,041 0,000 -0,000  
E08ID 1772,09 1509,908 1630,162 1599,15 1768,438 1479,868 1665,236 1589,662 -0,179 -0,022 -0,202 -0,052 -0,236 -0,225 -0,002 -0,002  
E08SD 1734,048 1525,08 1624,1 1597,34 1701,6 1542,158 1693,322 1566,44 -0,143 -0,019 -0,110 -0,086 -0,186 -0,035 -0,001 -0,000  
E09SE 1660,47 1638,502 1623,18 1620,498 1648,628 1613,568 1650,652 1608,704 -0,015 -0,002 -0,024 -0,029 -0,019 0,007 -0,000 0,000  
E09IE 1643,87 1623,888 1627,24 1621,098 1628,5 1605,59 1627,5 1625,814 -0,013 -0,004 -0,016 -0,001 -0,014 -0,022 -0,000 -0,000  
E09ID 1831,634 1463,98 1635,226 1590,796 1777,87 1456,384 1636,518 1617,352 -0,251 -0,031 -0,228 -0,013 -0,330 -0,323 -0,003 -0,003  
E09SD 1772,03 1508,576 1633,75 1589,62 1677,828 1548,696 1659,098 1608,398 -0,178 -0,031 -0,090 -0,034 -0,220 -0,083 -0,002 -0,001

|       |          |          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| E10SE | 1716,028 | 1560,328 | 1622,844 | 1602,548 | 1721,53  | 1520,99  | 1645,156 | 1616,252 | -0,107 | -0,014 | -0,141 | -0,020 | -0,139 | -0,182 | -0,001 | -0,001 |
| E10IE | 1693,654 | 1587,424 | 1638,75  | 1611,278 | 1684,108 | 1542,202 | 1642,416 | 1632,784 | -0,071 | -0,019 | -0,099 | -0,006 | -0,079 | -0,139 | -0,001 | -0,001 |
| E10ID | 1927,31  | 1433,596 | 1654,206 | 1604,078 | 1848,946 | 1418,416 | 1637,062 | 1598,32  | -0,328 | -0,035 | -0,302 | -0,027 | -0,439 | -0,413 | -0,004 | -0,003 |
| E10SD | 1768,556 | 1522,292 | 1642,022 | 1583,142 | 1650,032 | 1565,93  | 1634,7   | 1624,266 | -0,165 | -0,041 | -0,059 | -0,007 | -0,186 | -0,078 | -0,001 | -0,001 |
| E11SE | 1758,28  | 1504,234 | 1630,296 | 1604,47  | 1830,268 | 1446,934 | 1644,66  | 1598,046 | -0,175 | -0,018 | -0,264 | -0,032 | -0,236 | -0,348 | -0,002 | -0,003 |
| E11IE | 1768,52  | 1490,074 | 1630,74  | 1600,886 | 1820,782 | 1451,132 | 1621,898 | 1586,536 | -0,189 | -0,020 | -0,251 | -0,025 | -0,253 | -0,339 | -0,002 | -0,003 |
| E11ID | 1966,498 | 1381,072 | 1643,502 | 1590,696 | 1915,03  | 1371,574 | 1640,42  | 1589,828 | -0,392 | -0,037 | -0,378 | -0,035 | -0,533 | -0,514 | -0,004 | -0,004 |
| E11SD | 1878,182 | 1409,532 | 1627,364 | 1576,29  | 1776,606 | 1451,958 | 1638,754 | 1601,264 | -0,317 | -0,036 | -0,226 | -0,026 | -0,422 | -0,300 | -0,003 | -0,002 |
| E12SE | 1812,876 | 1454,668 | 1621,152 | 1584,8   | 1920,08  | 1380,464 | 1642,89  | 1593,006 | -0,247 | -0,026 | -0,371 | -0,035 | -0,332 | -0,505 | -0,003 | -0,004 |
| E12IE | 1833,816 | 1442,64  | 1637,136 | 1595,816 | 1886,954 | 1386,162 | 1632,232 | 1598,852 | -0,264 | -0,028 | -0,343 | -0,023 | -0,354 | -0,481 | -0,003 | -0,004 |
| E12ID | 2057,5   | 1329,386 | 1643,508 | 1582,04  | 2019,384 | 1332,184 | 1635,776 | 1585,01  | -0,484 | -0,043 | -0,465 | -0,034 | -0,366 | -0,519 | -0,003 | -0,004 |
| E12SD | 1974,862 | 1364,698 | 1630,75  | 1575,382 | 1886,734 | 1392,92  | 1635,324 | 1590,854 | -0,405 | -0,039 | -0,337 | -0,031 | -0,550 | -0,459 | -0,004 | -0,004 |
| E13SE | 1845,83  | 1441,93  | 1628,186 | 1583,082 | 1931,782 | 1377,208 | 1635,49  | 1587,516 | -0,276 | -0,032 | -0,380 | -0,034 | -0,366 | -0,519 | -0,003 | -0,004 |
| E13IE | 1841,218 | 1445,874 | 1632,19  | 1590,998 | 1853,886 | 1404,376 | 1632,2   | 1602,258 | -0,265 | -0,028 | -0,309 | -0,020 | -0,355 | -0,433 | -0,003 | -0,003 |
| E13ID | 2043,85  | 1342,508 | 1646,108 | 1586,59  | 2000,924 | 1328,568 | 1638,34  | 1590,814 | -0,464 | -0,041 | -0,461 | -0,034 | -0,634 | -0,641 | -0,005 | -0,005 |
| E13SD | 1989,592 | 1354,882 | 1641,392 | 1582,798 | 1939,852 | 1369,192 | 1638,148 | 1591,538 | -0,421 | -0,040 | -0,385 | -0,032 | -0,571 | -0,529 | -0,005 | -0,004 |
| E14SE | 1892,374 | 1407,876 | 1642,066 | 1585,252 | 1843,852 | 1403,742 | 1629,63  | 1589,636 | -0,331 | -0,040 | -0,310 | -0,028 | -0,437 | -0,423 | -0,004 | -0,003 |
| E14IE | 1857,458 | 1415,318 | 1651,06  | 1595,55  | 1762,73  | 1450,13  | 1623,816 | 1599,844 | -0,301 | -0,038 | -0,219 | -0,017 | -0,395 | -0,304 | -0,003 | -0,002 |
| E14ID | 2086,256 | 1320,18  | 1649,012 | 1580,59  | 1906,386 | 1363,224 | 1624,062 | 1585,714 | -0,505 | -0,048 | -0,381 | -0,027 | -0,686 | -0,641 | -0,006 | -0,004 |
| E14SD | 2011,636 | 1340,506 | 1631,51  | 1571,48  | 1878,306 | 1386,158 | 1628,206 | 1588,98  | -0,446 | -0,042 | -0,339 | -0,027 | -0,606 | -0,468 | -0,005 | -0,004 |
| E15SE | 1873,296 | 1396,418 | 1636,53  | 1580,55  | 1766,42  | 1441,31  | 1625,14  | 1588,92  | -0,332 | -0,039 | -0,233 | -0,026 | -0,439 | -0,311 | -0,004 | -0,003 |
| E15IE | 1829,804 | 1442,402 | 1637,532 | 1579,914 | 1685,244 | 1500,012 | 1619,6   | 1603,484 | -0,263 | -0,040 | -0,132 | -0,011 | -0,334 | -0,181 | -0,003 | -0,001 |
| E15ID | 2087,672 | 1301,56  | 1653,256 | 1582,746 | 1877,998 | 1369,832 | 1637,064 | 1600,236 | -0,527 | -0,049 | -0,361 | -0,026 | -0,717 | -0,503 | -0,006 | -0,004 |
| E15SD | 1985,232 | 1348,864 | 1650,018 | 1571,932 | 1742,514 | 1445,9   | 1637,472 | 1601,742 | -0,427 | -0,054 | -0,212 | -0,024 | -0,559 | -0,282 | -0,004 | -0,002 |
| E16SE | 1832,254 | 1417,878 | 1631,616 | 1569,22  | 1701,29  | 1492,062 | 1602,628 | 1572,888 | -0,291 | -0,044 | -0,151 | -0,022 | -0,370 | -0,194 | -0,003 | -0,002 |
| E16IE | 1762,462 | 1476,624 | 1660,34  | 1579,17  | 1623,44  | 1545,986 | 1606,48  | 1601,506 | -0,197 | -0,056 | -0,056 | -0,003 | -0,213 | -0,078 | -0,002 | -0,001 |
| E16ID | 2035,158 | 1308,44  | 1645,002 | 1563,874 | 1797,814 | 1402,9   | 1603,926 | 1577,626 | -0,499 | -0,058 | -0,287 | -0,019 | -0,662 | -0,402 | -0,005 | -0,003 |
| E16SD | 1820,232 | 1430,744 | 1647,074 | 1564,108 | 1654,368 | 1512,878 | 1607,862 | 1588,786 | -0,265 | -0,057 | -0,101 | -0,013 | -0,312 | -0,131 | -0,003 | -0,001 |
| E17SE | 1803,702 | 1432,912 | 1636,654 | 1566,324 | 1654,366 | 1518,94  | 1598,12  | 1577,952 | -0,262 | -0,050 | -0,099 | -0,015 | -0,318 | -0,126 | -0,003 | -0,001 |
| E17IE | 1644,176 | 1540,386 | 1643,74  | 1572,83  | 1577,918 | 1579,536 | 1600,548 | 1596,958 | -0,074 | -0,049 | 0,001  | -0,003 | -0,037 | 0,006  | -0,000 | 0,000  |
| E17ID | 1989,12  | 1333,604 | 1645,174 | 1571,434 | 1695,864 | 1461,922 | 1594,43  | 1568,842 | -0,451 | -0,052 | -0,173 | -0,019 | -0,599 | -0,231 | -0,005 | -0,002 |
| E17SD | 1720,408 | 1490,982 | 1645,786 | 1559,34  | 1628,024 | 1331,138 | 1601,566 | 1585,77  | -0,161 | -0,061 | -0,070 | -0,011 | -0,151 | -0,088 | -0,001 | -0,001 |
| E18SE | 1635,444 | 1556,26  | 1690,62  | 1516,04  | 1571,956 | 1606,054 | 1583,692 | 1581,518 | -0,057 | -0,125 | 0,025  | -0,002 | 0,102  | 0,040  | 0,001  | 0,000  |
| E18IE | 1623,64  | 1576,73  | 1722,558 | 1521,52  | 1528,446 | 1643,49  | 1593,582 | 1611,438 | -0,033 | -0,138 | 0,083  | 0,013  | 0,157  | 0,105  | 0,001  | 0,001  |
| E18ID | 1738,238 | 1498,784 | 1690,984 | 1535,182 | 1620,19  | 1521,802 | 1590,12  | 1581,45  | -0,168 | -0,110 | -0,073 | -0,006 | -0,087 | -0,101 | -0,001 | -0,001 |
| E18SD | 1636,53  | 1540,256 | 1638,264 | 1538,278 | 1580,558 | 1555,192 | 1595,568 | 1591,416 | -0,069 | -0,072 | -0,019 | -0,003 | 0,004  | -0,024 | 0,000  | -0,000 |
| E19SE | 1623,45  | 1586,784 | 1744,874 | 1486,19  | 1504,74  | 1547,684 | 1587,022 | 1602,126 | -0,026 | -0,183 | 0,034  | 0,011  | 0,235  | 0,035  | 0,002  | 0,000  |
| E19IE | 1612,97  | 1584,99  | 1700,758 | 1536,74  | 1474,324 | 1714,082 | 1589,416 | 1618,284 | -0,020 | -0,113 | 0,172  | 0,020  | 0,140  | 0,228  | 0,001  | 0,002  |
| E19ID | 1642,29  | 1558,43  | 1832,254 | 1451,884 | 1560,67  | 1591,218 | 1585,434 | 1592,36  | -0,060 | -0,262 | 0,023  | 0,005  | 0,303  | 0,026  | 0,002  | 0,000  |
| E19SD | 1632,496 | 1562,89  | 1849,9   | 1399,874 | 1527,88  | 1640,952 | 1596,156 | 1607,738 | -0,049 | -0,315 | 0,082  | 0,008  | 0,398  | 0,110  | 0,003  | 0,001  |
| E20SE | 1642,396 | 1566,01  | 1748,512 | 1467,336 | 1548,974 | 1617,218 | 1596,412 | 1600,176 | -0,055 | -0,202 | 0,050  | 0,003  | 0,221  | 0,071  | 0,002  | 0,001  |
| E20IE | 1629,202 | 1593,426 | 1633,434 | 1582,118 | 1569,77  | 1610,972 | 1585,346 | 1601,796 | -0,025 | -0,036 | 0,030  | 0,012  | 0,017  | 0,027  | 0,000  | 0,000  |
| E20ID | 1872,684 | 1402,07  | 1635,478 | 1545,288 | 1698,782 | 1464,378 | 1595,246 | 1581,654 | -0,330 | -0,050 | -0,174 | -0,010 | -0,419 | -0,246 | -0,003 | -0,002 |
| E20SD | 1628,218 | 1562,962 | 1645,948 | 1540,47  | 1547,832 | 1620,66  | 1586,712 | 1602,48  | -0,046 | -0,075 | 0,053  | 0,011  | 0,043  | 0,062  | 0,000  | 0,000  |

## APÊNDICE V

PROGRAMA PARA AUTOMATIZAÇÃO DA MEDIDA DE LARGURA DE LINHA

```

10 KEY 5,"SHELL"+CHR$(34)+"TYPE D
20 'LOCATE 21,10: SHELL"TYPE D21XA.DAT"
30 'LOCATE 21,10: SHELL"TYPE D21YA.DAT"
40 CLS: KEY OFF: ON ERROR GOTO 2330
50 CLEAR ,60000! : IBINIT1=60000! : IBINIT2=IBINIT1+3 : BLOAD "bib.m",IBINIT1
60 MENS0$=" [ P ] - PARA O PROGRAMA "
70 MENS1$=" [ N ] - NAO INICIALIZA OS INSTRUMENTOS"
80 MENS2$=" <ESPACO> - CONTINUA O PROGRAMA "
90 LOCATE 20, 5: PRINT "INTRUCOES: ";MENS0$
100 LOCATE 21,16: PRINT MENS1$
110 LOCATE 22,16: PRINT MENS2$
120 WHILE P$=""
130     P$=INKEY$
140 WEND
150 CLS
160 BR$=SPACE$(20): LBR$=SPACE$(50) ' BLOAD"tela
170 ' *****
180 ' ***
190 ' *** PROGRAMA .....: PROGRAMA I X V (GPIB-PC) COM A UTILIZACAO
200 ' *** DOS EQUIPAMENTOS: D3478A, D3478B,D4145E
210 ' ***
220 ' *** PROGRAMADORES : MARCELO DE J. FERMINO
230 ' ***
240 ' *** DATA .....: 16/05/1990 LACAM IM
250 ' ***
260 ' *****
270 ' -----
280 '
290 ' INICIALIZACAO DO GPIBO
300 '
310 '
320 ' CHAMADA DAS ROTINAS GPIB-PC
330 '
340 CALL IBINIT1(IBFIND,IBTRG,IBCLR,IBPCT,IBSIC,IBLOC,IBFPC,IBBNA,IBONL,IBRSC,
IBSRE ,IBRSV,IBPAD,IBSAD,IBIST,IBDMA,IBEOS,IBTMO,IBEDT,IBRDF,
IBWRTF,IBTRAF)
350 CALL IBINIT2(IBGTS ,IBCAC ,IBWAIT,IBPOKE,IBWRT ,IBWRTA,IBCMD,IBCMDA,IBRD,
IBRDA ,IBSTOF,IBRPP ,IBRSP ,IBDIAG,IBXTRC,IBRDI,IBWRTI,IBRDIA,
IBWRTIA,IBSTAX,IBERR%,IBCNT%)
360 ' -----
370 '
380 ' INICIO ODA ATIVACAO DOS EQUIPAMENTOS NA INTERFACE
390 '
400 ' VARIAVEIS COMUNS
410 COMMON IBSTAT%,IBERR%,IBCNT%
420 ' -----
430 '
440 ' TESTE DE LOCALIZACAO DA INTERFACE GPIBO E DOS EQPTOS
450 '
460 DVN$="GPIBO" : GOSUB 850: GPIBOX =FINDOX ' LOCALIZA A PLACA GPIB
470 DVN$="D3478A": GOSUB 850: D3478AX=FINDOX ' LOCALIZA OS EQPTOS NA PLACA
480 DVN$="D3478B": GOSUB 850: D3478BX=FINDOX ' LOCALIZA OS EQPTOS NA PLACA
490 DVN$="D4145B": GOSUB 850: D4145BX=FINDOX ' LOCALIZA OS EQPTOS NA PLACA
500 ' -----

```



```

510 IF P$="P" OR P$="p" THEN STOP
520 IF P$="N" OR P$="n" THEN 1760
530 '-----
540 '
550 '          ROTINA DE INICIALIZACAO DA INTERFACE GPIB-PC
560 '
570 '
580 '          MENSAGEM DE ERRO          -----
590 '
600 CALL IBSIC (GPIB%)
610 CALL IBLOC (GPIB%)
620 'CALL IBSRE (GPIB%,V%)
630 LOCATE 23,20
640 IF IBSTAT% < 0 THEN GOSUB 1410 ELSE PRINT "TESTE DA PLACA OK !!!";BR$
650 '-----
660 '
670 '          TESTE FISICO DOS EQUIPAMENTOS
680 '
690 DISPO%=D347BA%: GOSUB 870          'INICIALIZACAO
700 DISFO%=D347BB%: GOSUB 870          'INICIALIZACAO
710 DISPO%=D4145B%: GOSUB 870          'INICIALIZACAO
720 '
730 '          ----      FIM DA INICIALIZACAO      ----
740 '
750 '          %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
760 '          %%
770 '          %%          INICIO DO PROGRAMA DO USUARIO          %%
780 '          %%          A PARTIR DA LINHA 1240 !!          %%
790 '          %%
800 '          %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
810 IF FIM$<>"FIM" THEN 1760 ELSE RETURN
820 '-----
830 '
840 '          LOCALIZACAO DOS EQUIPAMENTOS E DA PLACA
850 '
860 DVNAME$=DVN$: CALL IBFIND (DVNAME$,FINDO%): GOSUB 1270 : RETURN
870 '-----
880 '
890 '          INICIALIZACAO DOS EQUIPAMENTOS
900 '
910 IF DISPO%=0 THEN 950          'ROTINA DE DETECAO DE ERRO DE ESCRITA
920 CALL IBCLR(DISPO%): GOSUB 1410 'INICIALIZA O EQPTO
930 CALL IBLOC(DISPO%): GOSUB 1410 'COLOCA-O EM MOD0 LOCAL
940 RETURN
950 '-----
960 '
970 '          ROTINA DE DETCAO DE ERRO DE ESCRITA
980 '
990 LOCATE 23,15:PRINT "Impossivel comunicar-se com o equipamento";DISPO%;BEEP
1000 RETURN

```

```

1010 '-----
1020 '
1030 '          ESCRITA NOS EQUIPAMENTOS
1040 '
1050 '    IF WRT$="" OR DISPOX=0 THEN 950 'ROTINA DE DETECAO DE ERRO DE ESCRITA
1060 '    REM LOCATE 1,60: PRINT DISPOX;WRT$
1070 '    CALL IBWRT(DISPOX,WRT$): GOSUB 1410 'ESCREVE A FUNCAO WRT$
1080 '    RETURN
1090 '-----
1100 '
1110 '          FINALIZACAO DOS TESTES
1120 '
1130 '    FIM$="FIM": GOSUB 650
1140 '
1150 '          LIMPA A INTERFACE E A COLOCA EM MODO LOCAL
1160 '
1170 '    DVN$="GPIBO" : GOSUB 850: GPIBOX =FINDOX ' LOCALIZA A PLACA GPIB
1180 '    GOSUB 1270: VX=0
1190 '    CALL IBSIC (GPIBOX) 'ENVIA INTERFACE CLEAR
1200 '    CALL IBLOC (GPIBOX) 'COLOCA EM MODO LOCAL
1210 '    CALL IBSRE (GPIBOX,VX) 'COLOCA EM MODO LOCAL
1220 '
1230 '
1240 '          FIM DO PROGRAMA
1250 '
1260 '    END
1270 '-----
1280 '
1290 '          LOCALIZACAO DOS EQUIPAMENTOS NA INTERFACE
1300 '
1310 '-----
1320 '    REM CALL IBFIND (DVNAME$,GPIBOX)
1330 '    LOCATE 23,20
1340 '    IF FINDOX<0 THEN MENS$="IBFIND ERROR" ELSE MENS$="OK !!! - DEFINIDO"
1350 '    MENS$=MENS$+SPACE$(10)
1360 '    LOCATE 23,20: PRINT MENS$,DVNAME$
1370 '    RETURN
1380 '
1390 '          TESTES DE PROVAVEIS ERROS DO GPIB
1400 '
1410 '    REM PRINT HEX$(IBSTAT%),IBERR%
1420 '    IF IBERR%<>0 THEN GOTO 1480 ELSE DISP$=SPACE$(10): RETURN
1430 '-----
1440 '
1450 '          MENSAGENS DE ERROS DO GPIB
1460 '-----
1470 '-----
1480 '    RESTORE
1490 '    FOR D=1 TO 13
1500 '        READ ER$,EST$

```

```

1510 IF ER%=IBERR% THEN 1530 ELSE EST$="GPB ERROR - "+STR$(IBERR%)
1520 NEXT
1530 EAUX$=EST$
1540 LOCATE 23,5: PRINT CHR$(7);"MENSAGEM: ";EAUX$;DISPO%
1550 WHILE INKEY$="": WEND : GOTO 40
1560 '-----
1570 '
1580 '          TABELA DE ERROS DOS EQUIPAMENTOS
1590 '-----
1600 '-----
1610 DATA 1," Function requires GPB-PC to be CIC "
1620 DATA 2," No Listener on write function "
1630 DATA 3," GPB-PC NOT addressed correctly "
1640 DATA 4," Invalid argument to function call "
1650 DATA 5," GPB-PC not System Controller as required "
1660 DATA 6," I/O operation aborted "
1670 DATA 7," Non-existent GPB-PC board "
1680 DATA 10," I/O started before previous operation "
1690 DATA 11," No capacity for operation "
1700 DATA 12," File system error "
1710 DATA 14," Command error during device call "
1720 DATA 15," Serial Poll status byte lost "
1730 DATA 16," SQR stuck in on position "
1740 '
1750 ' %%%%%%%%% FIM DAS SUBROTINAS DO GPB %%%%%%%%%
1760 '
1770 ' ~~~~~
1780 ' ~~~~
1790 ' ~~~~ INICIO DO PROGRAMA DO USUARIO ~~~~
1800 ' ~~~~
1810 ' ~~~~~
1820 SCREEN 2: KEY OFF: T=.5: TE$="A": FT=10000: V1$=SPACE$(13): V2$=V1$: ME$="N"
1830 D$=MID$(DATE$,4,2)+"/"+LEFT$(DATE$,2)+"/"+RIGHT$(DATE$,4): FA=FT
1840 LINE (0,20)-(639,189),,B: LINE (0,169)-(639,169): LINE (0,20)-(639,20)
1850 LINE (4,22)-(635,187),,B
1860 LOCATE 2, 1: PRINT "C T I / I M - L A C A M "
1870 LOCATE 2,63: PRINT "DATA .: ";D$
1880 LOCATE 1,63: PRINT "HORAS.:"
1890 LOCATE 5,25: PRINT "PROGRAMA DE AQUISICAO I X V"
1900 'WHILE INKEY$="": WEND
1910 LOCATE 23, 5: PRINT LBR$: GOSUB 2260: CLOSE
1920 LOCATE 8, 5: PRINT "01 - TEMPO DE MEDIDA .: ";T;"seg(s)";BR$
1930 LOCATE 10, 5: PRINT "02 - ESTRUTURA (A/C) .: ";TE$;BR$
1940 LOCATE 12, 5: PRINT "03 - NUMERO DO DIE ...: ";ND$;BR$
1950 LOCATE 14, 5: PRINT "04 - FATOR DE ESCALA .: ";FT;BR$
1960 LOCATE 14,50: PRINT "05 - MED. DIRETA(S/N) : ";ME$
1970 IF ND$="" THEN GOSUB 2230: GOTO 1970
1980 IF FT<=0 THEN GOSUB 2240: GOTO 1980
1990 LOCATE 23, 5: PRINT "MENSAGEM: Deseja alterar algum parametro (s/N) ";
2000 LOCATE 23,60: PRINT "[ # ]"

```

```

2010 LOCATE 23,62: INPUT "",CONF$
2020 IF CONF$="S" OR CONF$="s" THEN 2040
2030 IF CONF$="N" OR CONF$="n" OR CONF$="" THEN 2110 ELSE 2010
2040 LOCATE 23, 5: PRINT "MENSAGEM: Informe o item a alterar (0=fim)";BR$
2050 LOCATE 23,60: PRINT "[ # ]"
2060 LOCATE 23,62: INPUT "",NA$
2070 NA=VAL(NA$)
2080 IF NA=0 THEN 2110
2090 ON NA GOSUB 2210,2220,2230,2240,2250
2100 GOTO 2040
2110 '
2120 ' CONFERE OS DADOS
2130 '
2140 IF TE$="A" THEN SUF$="B": GOTO 2530
2150 IF TE$="C" THEN SUF$="A": GOTO 2640 ELSE GOSUB 2220: GOTO 2140
2160 IF NA$="" THEN GOSUB 2230: GOTO 2160
2170 GOSUB 2260: GOTO 2530
2180 '
2190 ' ROTINA DE ENTRADA DE DADOS
2200 '
2210 LOCATE 8,29: INPUT "",T$: T=VAL(T$): RETURN
2220 LOCATE 10,29: INPUT "",TE$ : RETURN
2230 LOCATE 12,29: INPUT "",ND$ : RETURN
2240 LOCATE 14,29: INPUT "",FT : RETURN
2250 LOCATE 14,74: INPUT "",ME$ : RETURN
2260 '
2270 ' APAGA PARCIALMENTE A TELA
2280 '
2290 FOR A=8 TO 15
2300 LOCATE A, 5: PRINT SPACE$(72)
2310 NEXT
2320 LOCATE 23,15: PRINT LBR$: RETURN
2330 '
2340 ' ROTINA DE DETECAO DE ERRO
2350 '
2360 RESTORE
2370 FOR P=1 TO 10
2380 READ ER$,EST$
2390 IF ERR=ER% THEN EAUX$=EST$: GOTO 2410 ELSE EAUX$="ERRO FATAL"
2400 NEXT P
2410 LOCATE 25,16: PRINT EAUX$;" NA LINHA:";ERL
2420 RESUME
2430 DATA 2,"ERRO DE SINTAXE"
2440 DATA 3,"RETURN SEM GOSUB"
2450 DATA 5,"PARAMETRO ILEGAL P/ UMA FUNCAD"
2460 DATA 7,"O PROGRAMA E LONGO E TEM MTOS LACOS"
2470 DATA 8,"REFERENCIA A UMA LINHA INEXISTENTE"
2480 DATA 9,"SUBSCRITOR FORA DO LIMITE DA MATRIZ"
2490 DATA 10,"REDEFINICAO DA MATRIZ"
2500 DATA 11,"DIVISAO POR ZERO"

```

```

2510 DATA 13,"TIPOS INCOMPATIBLEIS"
2520 DATA 61,"DISCO CHEIO"
2530 '
2540 '
2550 '
2560 ET=20
2570 GOSUB 2260: EXT$="A.DAT"
2580 OPEN "0",#1,ND$+"X"+EXT$
2590 OPEN "0",#2,ND$+"Y"+EXT$
2600 FOR I=1 TO 20
2610 GOSUB 2750
2620 NEXT
2630 GOTO 1910
2640 '
2650 '
2660 '
2670 ET=8
2680 GOSUB 2260: EXT$="B.DAT"
2690 OPEN "0",#1,ND$+"X"+EXT$
2700 OPEN "0",#2,ND$+"Y"+EXT$
2710 FOR I=1 TO 8
2720 GOSUB 2750
2730 NEXT
2740 GOTO 1910
2750 '
2760 '
2770 '
2780 PRE$="X": G=1: IF ME$="S" THEN R$="N": GOTO 2820
2790 IF VA(1)<>0 THEN GOSUB 3540: W$=""
2800 LOCATE 23,20: PRINT "Posicione as ponteiros e tecla <ESC>"
2810 WHILE INKEY$<>CHR$(27): WEND
2820 IF VA(1)<>0 THEN GOSUB 3540
2830 LOCATE 23,15: PRINT "AGUARDE CARREGANDO OS PROGRAMAS"
2840 WRT$="GT 'P GND';": DISPO%=D4145B%: GOSUB 1030 'ESCREVE NO EQPTD
2850 TEMPO=4000: GOSUB 3270
2860 WRT$="MD ME1": GOSUB 1030 'ESCREVE NO EQPTD
2870 TEMPO=3000: GOSUB 3270
2880 WRT$="GT 'P LW"+PRE$+SUF$+"';": GOSUB 1030 'ESCREVE NO EQPTD
2890 TEMPO=3000: GOSUB 3270
2900 LOCATE 23,15: PRINT "AGUARDE CARREGANDO OS PROGRAMAS"
2910 TEMPO=2000: WRT$="MD ME1": GOSUB 1030 'ESCREVE NO EQPTD
2920 GOSUB 3270
2930 LOCATE 23,15: PRINT SPACE$(50): SOUND 210,2
2940 FOR CNT=1 TO 5
2950 IF W$="R" THEN GOSUB 3670
2960 X$=INKEY$: IF X$<>" " THEN SOUND 220,2
2970 CALL IBRD(D3478A%,V1$)
2980 CALL IBRD(D3478B%,V2$)
2990 VA(CNT)=VAL(LEFT$(V1$,11)): VA(CNT)=VA(CNT)*FA
3000 VB(CNT)=VAL(LEFT$(V2$,11)): VB(CNT)=VB(CNT)*FT

```

```

3010 MA=(VA(1)+VA(2)+VA(3)+VA(4)+VA(5))/CNT
3020 MB=(VB(1)+VB(2)+VB(3)+VB(4)+VB(5))/CNT
3030 LOCATE 8,30: PRINT "MEDIDAS DO EIXO ";PRE$
3040 GOSUB 3410
3045 GOSUB 3260
3050 X$=INKEY$: IF X$<>" " THEN SOUND 220,2
3070 IF LNH=3070 THEN LNH=0: GOTO 3160
3080 NEXT
3090 IF X$="" AND W$="R" THEN XV=0:GOTO 2940 ELSE IF W$="R" THEN 3160
3100 VA=(VA(1)+VA(2)+VA(3)+VA(4)+VA(5))/5
3110 VB=(VB(1)+VB(2)+VB(3)+VB(4)+VB(5))/5
3120 IF ME$="S" OR ME$="s" THEN 3180
3130 LOCATE 23,15: INPUT "Repete a medida (s/N) ",R$
3140 IF R$="S" OR R$="s" THEN WRT$="ME2": GOSUB 1030: W$="R": GOTO 2940
3150 IF R$<>"N" AND R$<>"n" AND R$<>" " THEN 3130 ELSE W$="": GOTO 3170
3160 IF W$="R" THEN W$="": WRT$="ME4": GOSUB 1030 : GOTO 2900
3170 LOCATE 23,15: PRINT SPACE$(60)
3180 PRINT #6,USING "+####.###";VA,VB: PRINT #6," ";TIME$
3190 IF PRE$="X" THEN G=2: PRE$="Y": GOTO 2820 ELSE RETURN
3200 LOCATE 23,15: PRINT LBR$
3210 RETURN
3220 '-----
3230 '
3240 ' ROTINA DE TEMPO
3250 '
3260 TEMPO=T*1000
3270 FOR X=1 TO TEMPO: NEXT
3280 GOTO 3690
3290 '-----
3300 '
3310 ' ROTINA DE CONVERSAD NUMERICA
3320 '
3330 AA=XAXX
3340 A=ABS(AA)
3350 B=0
3360 IF A=0 THEN RETURN
3370 IF A>=1000 THEN A=A/1000:B=B+3
3380 IF A<=.1 THEN A=A*1000:B=B-3
3390 IF A<1000 AND A>.1 THEN XAXX=A*SGN(AA): AUX$=STR$(XAXX)+"E"+STR$(B): RETURN
3400 GOTO 3370
3410 '-----
3420 '
3430 ' TELA DE SAIDA DOS DADOS
3440 '
3450 LOCATE 8,55: PRINT "Arquivo ... ";ND$+PRE$+EXT$
3460 LOCATE 9,55: PRINT "Linha .... ";I$ /";ET
3470 LOCATE 11, 5: PRINT "VOLTIMETRO B .... ";:PRINT USING "+####.### " ;VB(CNT)
3480 LOCATE 11,45: PRINT "MEDIA VOLT B .... ";:PRINT USING "+####.### " ;ME
3490 LOCATE 13, 5: PRINT "VOLTIMETRO A .... ";:PRINT USING "+####.### " ;VA(CNT)
3500 LOCATE 13,45: PRINT "MEDIA VOLT A .... ";:PRINT USING "+####.### " ;MA

```

```

3510 LOCATE 15, 5:PRINT "MEDIDA  NUMERO .: ";CNT
3520 IF CNT=6 THEN LOCATE 8,67: PRINT SPACE$(10)
3530 RETURN
3540 '
3550 '   LIMPA AS LEITURAS UTILIZADAS
3560 '
3570   BRO$=SPACE$(15): ERASE VA,VB
3580   LOCATE 8,67: PRINT SPACE$(10)
3590   LOCATE 8,45: PRINT SPACE$(4)
3600   LOCATE 9,67: PRINT SPACE$(10)
3610   LOCATE 11,23: PRINT BRO$:
3620   LOCATE 11,63: PRINT BRO$:
3630   LOCATE 13,63: PRINT BRO$:
3640   LOCATE 15,23: PRINT BRO$:
3650   LOCATE 13,23: PRINT BRO$:
3660   RETURN
3670 IF XV=0 THEN ERASE VA,VB : XV=1
3680 LOCATE 23,15: PRINT "TECLE ALGO PARA COMECAR AS MEDIDAS": RETURN
3690 '
3700 '
3710 '
3720 IF X$<>"" AND W$="R" THEN LNH=3070: RETURN ELSE RETURN

```