

115 N. 37
Proc. N. 9289-6
Rub. *[assinatura]*

LUIZ ANTONIO RUHNKE

GOV. DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO
DE PESSOAS
BIBLIOTECA

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DAS LIGAS DE OURO
(VERIFICAÇÃO DA DUREZA SOB INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS TÉRMICOS)

Tese apresentada à Faculdade de Farmácia
e Odontologia de Piracicaba, para concorrer
ao Título de Docente Livre da Cadeira de
Tecnologia dos Materiais Dentários.

PIRACICABA
1964



1150052284



FOP

T/FFO R856c

LUIZ ANTONIO RUHNKE

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DAS LIGAS DE OURO
(Verificação da dureza sob influência dos
tratamentos térmicos)

Tese apresentada à Faculdade de Farmácia e Odontologia de Piracicaba, para concorrer ao título de Docente-Livre da Cadeira de Tecnologia dos Materiais Dentários.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FARMÁCIA E ODONTOLOGIA
DE PIRACICABA

BIBLIOTECA

t 183

PIRACICABA

1964

N.º Classif. T/FFO
N.º serie R 586 c
v. 80. 16. 124/03
Tombo bc/52284

CM00185871-6

bib id 293766

A minha espôsa e filha pelo estí-
mulo, dedicação e auxílio necessá-
rios à conquista dêste ideal.

Aos meus pais, a quem devo a mi-
nha formação profissional.

Ao Professor Doutor Francisco Degni,
a nossa gratidão pelo incentivo, apoio
e orientação proporcionados no desen-
volvimento dêste trabalho.

A G R A D E C I M E N T O S

Ao Professor Doutor Carlos Henrique Robertson Liberalli, Diretor da Faculdade de Farmácia e Odontologia de Piracicaba pelo estímulo, orientação e auxílio dados a êste trabalho.

Ao Professor Krunislave Antonio Nóbilo, a quem devemos a oportunidade de ingressar no quadro docente desta Faculdade.

Aos Assistentes da Cadeira de Materiais Odontológicos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, Professôres Dr. Virgínio Pessoa Delgado Filho, Dr. José de Almeida Carvalho e Dr. Dioracy Fonterrada Vieira, bem como ao Sr. Theophilo Vincent, pelas sugestões e auxílios durante a elaboração dêste trabalho.

Ao Professor Doutor Frederico Pimentel Gomes e ao Dr. Clóvis Pompílio de Abreu, da Cadeira de Matemática da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" que gentilmente se responsabilizaram pela parte estatística.

Ao Assistente René Guerrini e Sr. Sidney Barbosa de Souza, pela dedicação e eficiência, auxiliando-nos na realização dêste trabalho.

Aos Srs. Ives Antonio Corazza, Antonio Messias Galdino, Pécio Leite do Canto e a todos que de modo direto e indireto contribuíram com sugestões, incentivo e auxílio para a concretização dêste propósito.

S U M Á R I O

	<u>P.</u>
0 - MATERIAL ILUSTRATIVO	8
1 - INTRODUÇÃO	10
2 - REVISTA BIBLIOGRÁFICA	13
3 - PROPOSIÇÃO	34
4 - MATERIAIS, APARELHOS E TÉCNICAS	35
5 - DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS	49
6 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	65
7 - CONCLUSÕES	72
8 - BIBLIOGRAFIA	73
9 - TABELAS	84
10 - ANÁLISE ESTATÍSTICA	99

MATERIAL ILUSTRATIVO

	<u>P.</u>
FIG. 1 - Matriz e base para confecção dos corpos de prova	37
FIG. 2 - Anéis, presilhas, pastilhas em resina com inclusão de corpos de prova	37
FIG. 3 - Politriz vertical com refrigeração	40
FIG. 4 - Aparelho identificador de dureza	42
FIG. 5 - Microscópio metalográfico	44
FIG. 6 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop em "Bruto-de-fusão"	51
FIG. 7 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop em "Bruto-de-fusão"	51
FIG. 8 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop em "Bruto-de-fusão"	52
FIG. 9 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop em "Bruto-de-fusão"	52
FIG. 10 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo- <u>amaciador</u>	54
FIG. 11 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo- <u>amaciador</u>	54
FIG. 12 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo- <u>amaciador</u>	55
FIG. 13 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo- <u>amaciador</u>	55
FIG. 14 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo- <u>endurecedor</u>	58
FIG. 15 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo- <u>endurecedor</u>	
FIG. 16 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo- <u>endurecedor</u>	59

59

NOTA: Todo o material acima referido foi executado pelo Autor, com equipamento da Faculdade de Farmácia e Odontologia de Piracicaba.

1 - INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

A "dureza", com relação aos metais e ligas, é considerada a luz dos conhecimentos odontológicos, uma propriedade fundamental. O índice de dureza dos metais pode expressar diversas propriedades relacionadas entre si, destacando-se umas mais outras menos. Assim é que as propriedades mecânicas: limite proporcional, resistência-tênsil, resistência à abrasão, ductilidade, maleabilidade, variam de acordo com o índice de "dureza". Também essas propriedades têm influência no valor da "dureza".

As propriedades que concorrem para alterar o índice de dureza, sofrem acentuadas modificações, uma vez submetidas a tratamentos térmicos.

Tratamentos térmicos, são assim chamados os processos em que as ligas metálicas são submetidas a variações de temperaturas.

Os metalurgistas lançam mão dos tratamentos térmicos, que são operações indicadas para modificar a dureza das ligas e outras propriedades, adaptando-as às necessidades técnicas do trabalho a que se destinam.

O odontologista pode, com conveniente uso do calor, modificar o valor da dureza das ligas áureas de emprêgo na odontologia. Como é sabido, o profissional dispõe de 4 tipos de ligas de ouro para fins odontológicos, indicadas segundo as características que o caso exige.

Geralmente, essa classificação das ligas de

ouro (55), é feita em função da dureza que as mesmas a apresentam, dadas as suas composições.

Uma vez conhecida a composição dessas ligas, poderá o profissional alterar o seu índice de dureza, - de acôrdo com a sua conveniência ou exigências de trabalho.

Os processos de que se utilizam os metalurgistas e profissionais, para conseguirem as modificações, é chamado, em metalurgia, de tratamentos térmicos.

A aplicação dos tratamentos térmicos implica no conhecimento de uma série de pormenores e princípios metalúrgicos. (5, 6, 43, 44 e 62). Diagrama de composição, ponto de solidificação, de fusão, linhas de liquidus e solidus, cristalografia, metalografia etc., devem ser do conhecimento daqueles que executam os tratamentos.

Os tratamentos térmicos para as ligas de ouro, preconizados pelos autores, variam muito.

Na literatura consultada, encontrou-se indicação de vários métodos de tratamentos térmicos.

Muitos dos autores consultados, como SKINNER (64) e outros (5, 6, 15, 16, 61 e 62) analisando os métodos de tratamento não chegam a um acôrdo quanto ao tempo e temperatura. As considerações dos autores variam muito e apresentam divergências que sugerem êste estudo.

Porém, é patente a opinião dos autores em preconizar os tratamentos térmicos em ligas de ouro, em quase tôdas as fases da confecção de um aparelho protético.

Como ponto de partida, foi aceita a sugestão

do professor Francisco Degni, apoiado nas palavras de outro renomado professor de materiais dentários. Esse autor diz ser arbitrariamente recomendada a permanência da liga no forno por 10 minutos.

Com essa orientação em mente, procurou-se variar o tipo de tratamento, em função do tempo e verificar os resultados.

O objetivo inicial destas observações foi estabelecer o tempo conveniente de aquecimento com a finalidade de se conseguir um tratamento termo-amaciador eficaz.

Dada as inúmeras dificuldades encontradas para se obter no comércio ligas metálicas, de composição uniforme, escolheu-se uma do tipo A, cujo fabricante, idôneo, forneceu uma partida especialmente preparada e rigorosamente controlada.

Com o intuito de dar a este estudo aproximação da realidade profissional, foi fundida uma série de corpos de prova com formato esquemático de uma restauração tipo M.O.

Este trabalho foi executado com planejamento estatístico, assim sendo, o número de fundições executadas foi aquele determinado pelo plano adotado.

A aparelhagem utilizada foi a de uso rotineiro, escolhendo-se para preparo e confecção dos corpos de prova, as técnicas comumente empregadas em laboratório.

Uma vez identificado o problema, passou-se a leitura da bibliografia, seguindo sempre a ordem cronológica dos estudos apresentados.

2 - REVISTA BIBLIOGRÁFICA

2 - REVISTA BIBLIOGRÁFICA

Ao consultar-se a bibliografia especializada em materiais dentários, ao alcance anotou-se o material disponível e produzido pelos pesquisadores, no sentido de estudar as propriedades físicas dos mesmos e, de modo especial a de interesse dêste estudo. Pode-se afirmar, sem receio de erro, que o primeiro a se interessar pelas pesquisas das propriedades físicas dos materiais, com base científica, foi BLACK (7), em 1895, ao estudar o amálgama da época.

Porém, KURNAKOW et alii (43), em 1916, parece ter a primazia de serem os primeiros a estudar as transformações das ligas de ouro e cobre, quando submetidas a variações de temperaturas.

GOODALE et BANKS (25), apud CROWEL (22) apresentam um aparelho de Brinell modificado, especialmente desenhado para ensaiar corpos de prova pequenos. A ponta ativa passou a possuir uma esfera com 1,6 mm de diâmetro e utilizar carga de 6,4 kg. Essa combinação - de carga e ponta ativa equivale aos valores originais.

Na opinião de COLEMAN (16), historiando as realizações dos elementos do National Bureau of Standards, informa ser um de seus membros, SOUDER (67), que em 1920, juntamente com PETERS, publicam um artigo focalizando as propriedades físicas dos materiais odontológicos. Acredita-se ser êste o primeiro trabalho elaborado pelo National Bureau of Standards.

COLEMAN (16), ainda informa que somente em 1922, após convênio com o Weistein Research Laborato-

ries, organizou-se um extenso programa de pesquisas sobre materiais dentários, achando-se incluídas as ligas de ouro para fundição e trefilagem. Em seus propósitos, ficou estabelecido o seguinte: 1º) Elaboração dos métodos de testes para os materiais dentários; 2º) Determinação das propriedades ideais dos mesmos; 3º) Desenvolvimento de métodos de manipulação, com a finalidade de melhorar as suas propriedades. Como foi observado, a partir desta data, é que se fez algo de positivo e de concreto, no sentido de se estudar as propriedades físicas dos materiais dentários.

Dentre as propriedades que mereceram maiores considerações, segundo ainda COLEMAN (14), foram: resistência, dureza e ductilidade. Pesquisas intensas sobre essas propriedades foram desenvolvidas e, observadas até que ponto são afetadas pelos tratamentos térmicos.

Em 1927, SOUDER (68) estudando as ligas de ouro, procura determinar a exata contração das mesmas quando fundidas. Analisa, ainda, as suas propriedades físicas, determinando o limite proporcional, alongação, limite elástico etc.

SOUDER (70), em trabalho realizado em 1929, relaciona o número de dureza Brinell com a resistência tênsil. Diz, ainda, que existem numerosos métodos de verificação de dureza mas, o mais indicado é o de Brinell, especialmente para as ligas de ouro.

CROWELL (22) analisando os aparelhos primitivos, para ensaios de dureza, afirma que o apresentado por GOODALE et BANKS (23), só é indicado para ligas até 50 Brinell com a carga de 6,4 kg e esfera de 1,6 mm. Diz, ainda, que a carga deve ser aplicada durante

30 segundos e a espessura mínima do corpo a ser ensaiado é de 7 mm.

KEHL (40) é de opinião que o corpo de prova tenha 10 vezes a profundidade da calota da esfera para evitar o problema da distorsão.

Encontraram-se trabalhos esparsos referentes às ligas de ouro como os de JEFFRIES et ARCHER (32) - apud ASHER e COMSTOCK (5) que apresentam uma teoria sobre endurecimento de metais.

Em outro trabalho publicado em 1924, apud TYLMAN (77), JEFFRIES et ARCHER (33), concluem que o deslizamento dos planos causa alteração na relação normal dos átomos nas grades e contribuem para aumentar o endurecimento mecânico do metal. Também a resistência à passagem de corrente elétrica é aumentada pela deslocação da posição dos átomos nas grades.

Foi NEY, J.M. (45), segundo TYLMAN (77) quem fez a primeira descrição comercial de uma liga de ouro com finalidades odontológicas. Antes mesmo dos estudos realizados pela American Dental Association e do National Bureau of Standards, este anunciava, assim, o seu produto: "Ligas para fundições. Esta liga consiste de ouro puro e uma parte de liga (Pt, Cu, Ag) suficiente para modificar o comportamento do ouro puro em fundições, porém sem alteração perceptível da cor. Esses elementos aumentam ligeiramente a dureza e isto resulta em dificuldades para distinguir esta liga do ouro puro. Resiste mais ao escoamento e abrasão. Indicada em trabalhos onde o esforço não é grande e especialmente para simular a cor do ouro".

Em contraste com esta declaração, tem-se outra deste mesmo produtor, também citado por TYLMAN (77)

em que diz o seguinte: "Ouro mole para fundições: para incrustações ou outros trabalhos fundidos, onde haja um mínimo de esforço mecânico".

Autores como JOHANSSON et LINDE (34), apud HAUGHTON et PAYNE (29), estudando o espectro das ligas de Au-Cu, notaram que, acima da temperatura de transformação, todos os cristais são cúbicos, variando em tamanho e quando resfriados transformam-se em uma estrutura tetragonal regular, no caso de ligas de composição próxima da de Au-Cu. A composição de Au-Cu₃ apresenta-se com cristais de forma cúbica regular.

COLEMAN (13), em 1 925, apresenta um estudo sobre ligas de ouro laminadas. Este foi o primeiro trabalho, em que as propriedades foram estudadas, com objetivo odontológico. Os tratamentos térmicos até então recomendados não passavam de sugestões pessoais. O autor, diante de assunto tão controvertido, procurou estudar e investigar. Alguns problemas técnicos surgiram, obrigando-o a um equacionamento para resolvê-los. Até a data em que foi publicado esse trabalho, o que se preconizava como tratamento térmico era de caráter empírico.

SHELL (56), em 1 925, autor que se destacou no estudo das ligas de ouro, apresentou trabalho sobre a metalografia dos metais preciosos. Estudou, esse A. a cristalização dos metais preciosos e suas ligas. Verificou ser importante o estudo da metalografia por parte dos profissionais e fabricantes de ligas de ouro. - Além desses estudos, verificou, também, a influência dos tratamentos térmicos na estrutura cristalina dos metais e a sua relação com as propriedades físicas. Observeu que a maneira pela qual os metais se cristalizam

determina as suas propriedades físicas. Algumas ligas resfriadas rapidamente mostram cristalização dendrítica. Esse mesmo A. (57) afirma que irregularidades na grade cristalina como segregação e porosidade, podem ser diminuídas com tratamentos térmicos, comprovando essa afirmativa através de fotomicrografias.

TAMMANN (74), citado por ASHER et COMSTOCK (5) estudando metalografia das ligas de ouro conclui que quando o resfriamento é feito, sem contróle, em fornos abertos, os cristais que se formam nas ligas solidificadas não são homogêneos. Nas ligas em que predomina o cobre, as soluções sólidas formadas com a presença desse metal são mais pronunciadas. O mesmo se dá em relação ao ouro.

YASSUI et alii (83) apud SHELL (58), procuram em uma série de artigos, comprovados por fotomicrografias, explicar os fenômenos metalográficos que se desenvolvem sob os efeitos do tempo de resfriamento, quando as ligas de ouro são fundidas.

O estudo das ligas de ouro tem em SHELL (58) um dos mais constantes e interessados pesquisadores. Em 1927, estudou certos fenômenos metalúrgicos das ligas áureas. Considerou o interesse sempre crescente na aplicação da metalografia das ligas, como resultante da procura por parte dos fabricantes em proporcionar melhoria nas propriedades físicas de seus produtos. Diz o mesmo A. que o estudo das estruturas internas, bem como as possibilidades de se controlar a cristalização é de considerável valor, no sentido de melhorar as propriedades das ligas empregadas em odontologia.

SHELL (58), ainda afirmou que a estrutura de uma liga pode se modificar quando submetida a processos

de soldagem. Segundo o mesmo A., as soldas apresentam uma estrutura de solução sólida rodeada de eutético. Se uma liga que sofreu tratamento térmico for soldada, perderá êsse tratamento na região em que se fizer a soldagem. O A. afirma "que ainda não foi estabelecido o método ideal para tratamento térmico das ligas de ouro em uso na odontologia".

COLEMAN (15), em 1 927, estudou diversas ligas de ouro encontradas no mercado e recomendadas para os mais variados fins. Analisou a composição química, ponto de fusão, dureza e outras propriedades. Verificou a cristalização e as porosidades. Com o fim de estudar certas propriedades desenvolveu métodos de preparo de corpos de prova. As ligas ensaiadas foram dentro do possível, utilizadas em seu estado original. O A. organizou tabelas em que relaciona tôdas as propriedades examinadas. As ligas escolhidas e estudadas tinham indicações para os mais variados trabalhos protéticos, como: restaurações, grampos, barras, base de dentaduras, etc.

SWANGER (73), em 1 927, apresenta um estudo muito bem delineado, utilizando 40 ligas de ouro, de várias composições. Para tanto, descreve métodos e reagentes. Determina a composição das ligas como parte de uma investigação das propriedades físicas das mesmas.

SOUDER (69), em trabalho publicado em 1 928, apresentando um resumo de estudo sobre ligas de uso odontológico, afirmou que dentre as propriedades estudadas pelos diversos autores, encontram-se a dureza, resistência - tênsil, côr, etc. No tocante aos tratamentos térmicos, os corpos de prova devem ser aquecidos da temperatura ambiente até alcançar a marca 700°C

e resfriados rapidamente em água à temperatura ambiente. Embora o A. não indique ser esta a forma de se proceder a um tratamento termo-amaciador, vale a informação de como se deve proceder ao aquecimento do corpo de prova no forno. Quanto a outra que corresponde ao tratamento termo-endurecedor, recomenda aquecer o corpo de prova até 450°C por tempo de 30 minutos.

SOUDER (69), diz, ainda, que os ensaios de dureza devem ser realizados com uma esfera de aço, com 1/16 de polegada de diâmetro, com carga de 14 libras - para valores inferiores a 50 Brinell. A carga deve ser aplicada por período de 30 segundos.

SHELL (58), estudando os fenômenos metalográficos nas ligas dentárias conclui que a composição em relação ao quilate, tem influência marcante nas propriedades físicas. Afirma que o tratamento térmico em ligas de 18 quilates, altera de modo marcante as suas estruturas cristalinas. O mesmo A. diz que em ligas cujo quilate alcança o valor de 22, a dureza poderá ser aumentada em 13 a 15% com tratamentos térmicos.

COLEMAN (16), em 1928 estudando os fios de ligas de ouro, encontrou as variações de valores nas propriedades, relacionadas, naturalmente, com as diversas composições. Suas conclusões foram baseadas nos trabalhos de SWANGER (73). Ambos os autores apoiam-se nas afirmações de KURNAKOW e seus colaboradores, já citados.

BORELIUS et alii (8), apud HAUGHTON et PAYNE (29) estudaram as temperaturas de transformação das ligas pelo método da medição da diferença da resistência elétrica. Realizaram, ainda, investigações empregando os raios X.

SOUDER (70), em 1929, estudando materiais e especialmente as ligas de ouro, com relação às propriedades físicas emite diversos conceitos. Com referência à dureza, afirma existir métodos de identificação, porém o mais indicado é o Brinell, especialmente quando a carga, assim como o diâmetro da esfera, são reduzidos.

KURNAKOW et AGEEW (44), em 1931, estudaram as transformações que ocorrem nas ligas de Au-Cu, a altas temperaturas, pela diferença de resistência elétrica e também pelo método dilatométrico. As medições de resistência elétrica foram tomadas em intervalos de 25°C até alcançar a temperatura de 600°C, partindo da temperatura ambiente. As ligas utilizadas pelos autores foram preparadas com ouro quimicamente puro e cobre eletrolítico. O aparelho utilizado para registrar as diferenças de resistência elétrica foi um pirômetro, idealizado pelos autores.

SHELL (59), analisando propriedades físicas das ligas de ouro, conclui que muito pouco se tem feito no setor metalúrgico das mesmas, em confronto com outras ligas. Comenta os métodos anteriormente utilizados para selecionar materiais odontológicos e os classifica de empíricos. Porém, nos últimos 10 anos, dados dos mais amplos têm sido acumulados no campo da metalurgia física e aplicados à odontologia. As propriedades físicas selecionadas e de interesse do dentista são, entre outras: resistência-tensão, alongação, elasticidade e limites proporcionais e de fadiga. A "dureza" foi descrita pelo autor como sendo a habilidade do metal para resistir ao risco e a penetração, podendo ser medida por vários métodos.

SHELL (59), que afirmou serem os tratamentos térmicos de até então empíricos, comenta os trabalhos recentes de NOVAK et WISE, demonstrando que muitas ligas binárias, de uso em odontologia, apresentam o fenômeno do endurecimento quando tratadas termicamente. A presença de compostos duros em ligas de Au-Cu, está confirmada e não há mais dúvida. Mas a indicabilidade dos tratamentos térmicos para produzir esses compostos é questionável, especialmente se a fundição solidificou-se em grãos de grande diâmetro.

SHELL (60), afirmou neste trabalho, que ligas de ouro e níquel produzem uma série de transformações em soluções quando aquecidas ligeiramente abaixo do seu ponto de solidificação. Reaquecidas e resfriadas lentamente, as soluções sólidas se decompõem em soluções eutéticas. Verificou o máximo de transformações que ocorre no intervalo de 300°C a 400°C com quantidades de níquel que varia de 5 a 25%. Estudou, também, diversos métodos de tratamentos térmicos.

HAUGHTON et PAYNE (29), em 1931, com base nas conclusões de KURNAKOW e colaboradores (43), procuram investigar a diferença de resistência elétrica em fios de ligas de ouro em variadas temperaturas. Idealizam para tais ensaios, um aparelho que, medindo a resistência elétrica e as temperaturas a que são submetidos os fios, chegam a estabelecer o ponto ou intervalo de transformação da estrutura das ligas do sistema Au-Cu.

SHELL et MC CORMACK (61), em 1931, estudando ligas de ouro com finalidades odontológicas, afirmam o seguinte: "as vantagens de um método de ensaio não destrutivo devem ser sempre consideradas, O exame

microscópico implica no seccionamento da peça. Os ensaios mecânicos vão até a ruptura ou destruição; nada acontece com o exame através dos raios X. O A. acha muito vantajoso o emprêgo dêsse tipo de exame uma vez que não destrói a peça e examina a sua textura e identifica falhas, trincas, bôlhas ou qualquer outro defeito.

PAFFENBARGER et SWEENEY (47), estudando algumas ligas de ouro, fornecem sugestões de como realizar tratamentos térmicos. De acôrdo com seu trabalho, as ligas pesquisadas foram submetidas a aquecimento até 700°C (1292°F) e resfriadas rapidamente em água à temperatura ambiente. Assim procedendo, conseguem um tratamento termo-amaciador. Em seguida, as amostras foram aquecidas a 450°C (842°F) e resfriadas até a temperatura de 250°C (482°F) por um período de 30 minutos. Ao atingir esta temperatura, eram os corpos de prova mergulhados em água à temperatura ambiente. Dessa forma realizaram o tratamento termo-endurecedor, o qual proporcionou consideráveis melhorias de certas propriedades físicas, como dureza, tenacidade, resistência à tração etc.

PAFFENBARGER et alii (48) em 1932, procuram examinar as propriedades físicas das ligas de ouro encontradas no comércio especializado, com a finalidade de estabelecer normas para especificações. Essas investigações foram realizadas em colaboração com dois organismos, isto é, National Bureau of Standards (N.B.S.) e American Dental Association (A.D.A.). Os testes sobre propriedades físicas foram realizados com ligas que se apresentaram sobre 4 condições a saber: 1) como é adquirida; 2) sob tratamento termo-amaciador; 3) sob

tratamento termo-endurecedor e 4) sob tratamento recomendado pelo fabricante. Em face das reduzidas dimensões dos corpos de prova, os valores de dureza correspondentes foram obtidos com diamante Vickers e não pelo método Brinell. Com os dados obtidos os AA. estabelecem uma equivalência entre a dureza e a última resistência-tênsil, apresentando fórmula de dedução.

TAYLOR et alii (75), estudam as propriedades físicas de determinadas ligas de ouro. Com base em seus estudos classificam-nas em três grupos: mole, média e dura. Essa classificação é baseada na dureza apresentada pelas ligas componentes do grupo. Encontram também, a relação que existe entre os valores de dureza Brinell com o limite elástico; dureza Brinell com a última resistência-tênsil. O aparelho usado para o ensaio de dureza foi o Baby Brinell. Esses estudos serviram de base para elaboração da especificação nº 5 da American Dental Association (A.D.A.).

TAYLOR et alii (76), apresentam nota prévia sobre estudos feitos com fios de liga de ouro para usos em ortodontia e confecção de grampos. Aludem, ainda, aos tratamentos térmicos, amolecedor e endurecedor e aos métodos de testes mecânicos. Estabelecem as dimensões dos corpos de prova para a execução dos testes além de sugerirem um extensômetro. Os fios foram submetidos: 1º) a um tipo ideal de tratamento termo-amolecedor; 2º) a um rigoroso tratamento termo-endurecedor; - 3º) consideraram o diâmetro do corpo de prova e também seu comprimento; 4º) o tipo de extensômetro utilizado.

CROWELL (22), em 1932, afirmou ser necessário padronizar os testes e a fabricação dos materiais dentários. Chamou a atenção para a diversidade dos mé-

todos de medição de dureza das ligas e declarou ser impossível estabelecer comparação de valores quando não obtidos pelo mesmo método. Informou que em maio de 1929, realizou-se uma reunião da American Dental Trade Association, na qual foram discutidos os métodos de análise das propriedades dos materiais dentários e estabeleceram-se normas de fabricação para os mesmos.

BRUNFIELD (9), em 1932, segundo PAFFENBARGER e outros (48), escreveu que a questão da conservação da última resistência tênsil, após tratamentos térmicos é discutida uma vez que utilizou seis tipos de ligas para ensaios. Tais observações foram realizadas após um intervalo de 2 meses à temperatura ambiente. Quatro dessas ligas não apresentaram mudança da última resistência-tênsil, uma aumentou em 35% e outra decresceu em 22%.

Em 1932, WISE et alii (80) apud TYLMAN (77) estudando o comportamento da platina nas ligas áureas, afirmaram que o tamanho dos grãos cristalinos é muito importante quanto às propriedades físicas de uma liga. Isto é verdade, uma vez que pequenos grãos conferem maior dureza e maior resistência à deformação. O inverso também é verdadeiro. A platina, como o paládio, reduz o tamanho dos grãos cristalinos, conferindo à liga maior resistência e dureza. Chegam os AA. a predizerem: "tempo virá em que a medida do diâmetro dos grãos deverá ser incluída nas especificações, para ligas de ouro laminadas". Observaram, ainda, que as ligas Au-Cu, Pd-Cu, Au-Pt, Pt-Ag e Pt-Cu são passíveis de endurecimento através de tratamentos térmicos.

Em 1933, BRUNFIELD (10), apresenta trabalho sobre tratamentos térmicos, em ligas de ouro, afirman-

do: "o tratamento térmico pode ser definido como sendo várias operações sob calor em que a liga de ouro é submetida antes de ser colocada na bôca". Diz, ainda, "que um tratamento inadequado pode arruinar totalmente uma estrutura metálica".

Neste mesmo artigo (10), fornece informações sôbre as mudanças de forma dos cristais sob diferentes temperaturas e, menciona conduta para obtenção da dureza através do método convencional de tratamento térmico das ligas áureas.

Em 1 933, ASHER et COMSTOCK (5), dizem que o estudo das transformações nas ligas Au-Cu, revela as causas das variações de dureza. Analizam os AA. a dureza em relação: 1) volume de fundição: bôlhas, trincas e contração do conduto; 2) diferença da composição das soluções sólidas Au-Cu, incorporações e segregações; 3) precipitação dos compostos Au-Cu, Au-Cu₂, Au-Cu₃. Os AA. realizam seus estudos de dureza em fundições e observaram ser mais ou menos constantes os valores em tôda superfície, com exceção da região do canal de alimentação.

WISE et EASH (81) apud BUSH et alii (11), apresentam em 1 933, trabalho que complementa seus estudos iniciados em 1 932. Verificam a influência da platina e paladium nas ligas de uso odontológico. Analisam as transformações da micro-estrutura das ligas submetendo-as a tratamentos térmicos. Além do mais, estudam as composições básicas das mesmas. Os AA. notam que o paládio segrega-se na liga. Recomendam, ainda, como reagentes para ataque superficial, uma solução de cianeto de potássio a 10% e persulfato de amônio.

ASHER (6), em trabalho que apresentou em seg

são da International Association of Dental Research - (I.A.D.R.) em 1934, expõe a possibilidade de utilização das transformações que ocorrem nas ligas Au-Cu modificando certas propriedades físicas. Apresentou, também, um estudo sobre dureza relacionada com as transformações das ligas. O A. é de opinião que diferenças de dureza encontradas nos testes são originadas pela segregação interna das ligas.

Em 1934, TYLMAN (77), estudando as ligas de ouro, fez um retrospecto do que já foi publicado sobre o assunto e analisou todas elas quanto à composição e propriedades físicas. Estudou tratamentos térmicos, - cristalização, formas e tamanho dos cristais etc. Transformações que são ordenadas sob ação da temperatura. - Com base nos efeitos dos tratamentos térmicos recomendados pela American Dental Association, analisou as propriedades físicas das ligas para odontologia, como dureza, limite elástico, alongação etc.

HARDER (28), segundo TYLMAN (78), estudando as composições das ligas, chegou à conclusão de que, com uma variação de 10% entre 40 metais, é possível - prepararem-se 8.039.460 tipos de ligas diferentes.

Em 1934, ASHER (6) estudou as ligas de ouro e cobre, por serem esses elementos comuns à maioria das ligas empregadas em odontologia. Apoiado em KURNIAKOW (43), considerou os testes de dureza mais sensível que os testes de resistência elétrica. Considerou o A. que o resultado final do problema das transformações - nessas ligas está diretamente subordinado aos métodos de medição de dureza. Os resultados do trabalho assemelham-se aos de HAUGHTON et PAYNE (29).

PEYTON (49), estudando a fadiga flexural das

ligas dentárias, verifica que grande parte é devida às falhas de cristalização dos componentes e afirma, - ainda, que defeitos encontrados em ligas de ouro, também são encontrados em ligas de outros metais.

SHELL (63), desta vez em 1938, reúne em livro, assuntos dos mais variados sobre materiais dentários. Capítulos sobre metalurgia de ligas são apresentados. No capítulo referente às ligas de Au-Cu, trata das transformações, cristalização, segregação e explica a formação de compostos intermetálicos. Estuda, ainda, propriedades físicas, como dureza e outras, sugerindo tratamentos térmicos para modificar as propriedades físicas.

VIÑES, (79) em 1938, escreveu trabalho com o intuito de proporcionar melhores entendimentos dos princípios que orientam os tratamentos térmicos, proporcionando a um maior número de profissionais, as vantagens de seu emprego. O A. acha que ligas produzidas com Au, Pt e Pd, quando convenientemente tratadas tornam-se moles e dúteis. Porém, desde que seja utilizado um método correto de tratamento térmico, as ligas tornar-se-ão endurecidas. Propõe que todas as ligas podem ser endurecidas por trabalho mecânico e amolecidas por aquecimento. O problema da cristalização é bem focalizado pelo autor que expõe conceitos pouco divulgados. Submete seus corpos de prova a tratamentos que se prolongam até 100 horas.

KNOOP et alii (42) apud KEHL (41), analisando em 1939, a exatidão de um método, para identificar a dureza de ligas, empregam um diamante de forma piramidal como ponta ativa nos aparelhos específicos. Os AA. encontraram uma relação entre os valores de dureza

de duas escalas, a Mohs e a Knoop. Relacionaram nesse trabalho as suas afirmativas através de tabela.

Em 1 941, PEYTON (50), estuda a influência dos tratamentos térmicos nas estruturas metálicas de próteses parciais móveis. Diz o A. ser um aparelho parcial, um acumulado de técnicas, podendo, por isso, apresentar resultados positivos ou negativos. Cuidadosos tratamentos térmicos são passos necessários, podendo ser responsáveis diretos no sucesso ou insucesso do trabalho. O A. acha que os tratamentos térmicos tem sido pouco considerados pelos profissionais. Com o intuito de difundir a prática de tais tratamentos, ensina como realizá-los e mostra as vantagens de seu uso sobre as propriedades físicas.

Em 1 941, COLEMAN (17) ao apresentar trabalho sobre tratamento térmico das ligas de paládio examina 3 tipos de ligas de Au, Pt e Pd em relação a sua resistência, submetendo-as a diferentes tratamentos térmicos. No caso de resfriamento lento, a resistência e dureza são sempre aumentadas. Dessa forma a resistência-tênsil também é aumentada.

SOUDER et PAFFENBARGER (71), na conhecida circular nº 433, são de opinião que definir exatamente o que é dureza não é fácil. Porém, a dureza tem sido usada para definir a resistência à abrasão ou à penetração. Os AA. afirmaram existir numerosos métodos para sua identificação. O mais simples é a escala de Mohs. A maioria dos aparelhos empregam uma ponta de dimensões conhecidas, conjugadas com peso e tempo. Os tratamentos propostos pelos AA., já foram comentados em outra citação.

CARPENTER et ROBERTSON (12), em um tratado

sobre metais, estudam as ligas de Au-Cu e os processos de transformação estrutural em ligas contendo 75% de Cu e 25% de Au do complexo Au-Cu₃. Baseando-se em outros autores de renome, sua obra ainda expõe conceitos sobre tratamentos térmicos e ensaios de dureza. Os AA. acreditam ser a medida de resistência elétrica, ensaio preciso para indicar o ponto crítico das transformações que se processam nas ligas do sistema Au-Cu. Ensaios de dureza, tipo Brinell são também considerados pelos AA..

WISE (82) em 1948, em capítulo do tratado sobre metais da American Society for Metals, afirma ser mais de 600 o valor Brinell em ligas contendo 25% de ouro puro.

O "Metal Handbook", (31), dedica um capítulo à dureza, definindo todos os tipos de ensaios. São considerados os tipos Brinell, Rockwell, Vickers e Knoop. Também indica os tratamentos térmicos para as ligas de ouro.

KEHL (36), em 1949, informa a maneira de se preparar corpos de prova para os ensaios de dureza e metalografia. Faz, além do mais, referências aos estudos das ligas. Publica tabelas sobre reagentes químicos para ataques superficiais. De uma forma bastante inteligente e acessível, ensina os princípios de metalografia e a prática de laboratório.

ROSENHAIN et HAUGHTON (53), em seu livro "Introdução ao estudo de Metalurgia Física", comentam trabalhos de outros como HAUGHTON e PAYNE, JOHANSSON e LINDE, KURNAKOW, GRUBE, etc. Afirman que o diagrama de equilíbrio era considerado simples, uma vez que os dois componentes, Au-Cu são solúveis tanto no estado

líquido como no sólido, porém, recentes trabalhos provam o contrário. As transformações observadas pelos AA. são controladas pelas alterações de resistência elétrica, que os fios das ligas apresentam.

BUSH et alii, (11) em 1 951, estudam as propriedades mecânicas e a microestrutura de fios de liga de ouro. Realizam tratamentos térmicos e com os resultados obtidos, encontram as relações existentes entre a dureza e a resistência-tênsil. Relacionam, também, o limite proporcional com essas duas propriedades. Utilizam para a execução dos ensaios de dureza a escala de Vickers.

GABEL, (24) 1 959, considera que ligas contendo quantidades suficientes de Au e Cu, podem formar compostos intermetálicos como Au-Cu e Au-Cu₃ que apresentam propriedades alteráveis pelos tratamentos térmicos.

Em 1 959, O'BRIEN, (46) define dureza Brinell como sendo unidade de resistência superficial à penetração. Quando o valor de dureza aumenta, a resistência ao desgaste e ao risco também é aumentada. A dureza Brinell, segundo o A., pode servir para indicar se uma liga permite ou não ser brunida.

KAIRES et THOMPSON, (35) realizam trabalho no qual são verificadas as variações que sofrem a estrutura e dureza das ligas de ouro fundidas, quando tratadas termicamente. Estudam os AA. a posição das peças em relação às paredes do anel de fundição. Notam os AA., que a dureza dos blocos sofre pequena variação com relação a sua posição dentro do anel.

DELGADO, (23), em 1 959, diz: "É princípio básico em metalurgia, que a alteração do número de dure-

za de um metal, ocasiona alterações em outras propriedades dêsse mesmo metal". Com referência aos tratamentos térmicos de ligas de Au-Cu, afirma que "a custa de variações rápidas de temperaturas obtém-se ou não os chamados compostos intermetálicos".

COLPAERT (18), afirma ser o polimento durante o preparo dos corpos de prova, para exame, muito importante, quando não dispensada a devida atenção nessa fase, a estrutura da superfície a ser polida poderá alterar-se. Todo cuidado deve ser observado durante o lixamento e o polimento. Fator importante, na sua opinião para execução de ensaios corretos, é o polimento. Ainda faz considerações a respeito de tratamentos térmicos e ensaios de dureza. Embora a sua obra seja específica - para as ligas ferrosas, serve de guia seguro para aqueles que realizam estudos de metalografia.

Em 1960, SCHLEGEL (54), apresenta trabalho sobre ligas dentárias de metais nobres. Estuda as transformações que ocorrem nas ligas em diversas temperaturas de aquecimento. Define o que é tratamento térmico, bem como as temperaturas em que se pode conseguir amolecimento e endurecimento das ligas. Afirma que durante o aquecimento de ligas a altas temperaturas, uma perfeita solução de metais se dará provocando o amolecimento da liga. Quando, ao contrário, o aquecimento é realizado a baixas temperaturas, formam-se compostos intermetálicos e a dureza é aumentada.

Ainda SCHLEGEL (55), tece considerações a respeito das propriedades e emprêgo das ligas de metais nobres, fazendo, primeiramente, uma classificação das mesmas e descrevendo as suas características. Quanto à dureza, considera propriedade importante para re-

sistir ao desgaste durante a mastigação e apresenta dados de dureza Vickers obtidos em ensaios realizados.

PEYTON et alii (31), fazem estudos sobre as ligas de ouro empregadas em fundições odontológicas. À parte desses estudos, os AA. tecem considerações sobre a formação das ligas de ouro, e também, como se executam tratamentos térmicos com as mesmas. Recomendam a necessidade desses tratamentos para a perfeita homogeneização de ligas e obtenção de propriedades que mais interessam ao bom comportamento da peça protética na cavidade oral.

HEDEGARD (30), estudando em 1960 o comportamento de ligas fundidas em contacto com os tecidos da boca acha serem absolutamente necessários os tratamentos térmicos de peças metálicas, para evitar a formação de correntes galvânicas. O A. afirma que em cada grão cristalino de uma liga, há zonas nas quais a concentração de um componente difere acentuadamente. Os componentes devem estar distribuídos igualmente por toda a liga, isto é, de forma homogênea. O autor acha que o emprêgo de ligas homogêneas e heterogêneas na prótese desperta a atenção sobre três fatores: descoloração, sintomas subjetivos e lesão da mucosa.

ANDERSON (3) em 1961, define "dureza" como sendo resistência a penetração ou ao risco. Desde que não há relação entre as durezas dos diversos métodos - os seus valores são definidos de acordo com as escalas utilizadas. Expõe os diversos métodos e as marcas deixadas pelos aparelhos identificadores.

ANDERSON (4) afirma serem as ligas Au-Cu soluções sólidas do tipo substitucional. Nessas ligas o endurecimento pode ocorrer com resfriamento lento e or

denado. Quando se realiza um resfriamento lento, ocorrem transformações na grade espacial, e como resultado são alteradas as propriedades físicas, dureza e resistência à tração.

... American Dental Association (2), em sua especificação nº 5, orienta aqueles que estudam as ligas de ouro para fundição. As propriedades das ligas são estudadas e estabelecidos métodos para ensaios, as sim como a confecção de corpos de prova. O teste de du reza recomendado por essa especificação é o tipo Brinell. Com base nas durezas os diversos tipos de ligas são classificados em: mole, média, dura e extradura. - São também referidas, na presente norma, orientações sô bre tratamentos térmicos.

* * *

3 - PROPOSIÇÃO

3 - PROPOSIÇÃO

Da literatura que foi possível consultar, sôbre o assunto, depreendem-se diversas condutas ou sugestões para se proceder aos tratamentos térmicos das ligas áureas.

Embora os tratamentos térmicos dessas ligas já tenham sido estabelecidos e seguidos, há um pormenor que não encontra explicação adequada e, por isso, foi arbitrariamente determinado.

Refere-se ao tempo necessário para provocar, na liga, a homogeneização indispensável a fim de dar seqüência ao processo.

Dai, o objetivo dêste estudo que, após o devido planejamento estatístico, tem a preocupação de esclarecer o seguinte:

1) Verificar a existência, ou não, de diferença de dureza, nas fundições executadas por uma mesma técnica.

2) Verificar qual a diferença de dureza que podem apresentar as fundições quando submetidas a três tempos de tratamentos termo-amaciadores.

3) Verificar se os valores de dureza apresentados pelas fundições são diferentes quando submetidos a variados tratamentos termo-endurecedores.

4) Verificar qual a influência que os tratamentos termo-amaciadores exercem sobre os tratamentos termo-endurecedores, quanto aos valores de dureza.

* * *

4 - MATERIAIS, APARELHOS E TÉCNICAS

4 - MATERIAIS, APARELHOS E TÉCNICAS

4.1 - MATERIAIS

4.1.1 - MATRIZ

Idealizou-se matriz de aço inoxidável para confeccionar os modelos de cêra (FIG. 1). Consta a mesma de duas peças que são mantidas unidas e inóveis em uma base em forma de calha.

Quando as duas partes são colocadas na base, formam uma cavidade M.O. esquemática.

4.1.2 - CÊRA

O material utilizado foi adquirido no comércio especializado. Escolheu-se material de procedência idônea como a renomada cêra azul de Kerr, lote Q A 982 8511.

O preenchimento do molde foi executado liquefazendo-se a cêra sobre o bico de Bunsen e vazando-a na matriz. O molde de aço foi sempre mantido na estufa à temperatura de 45°C, com intuito de "aclimatar" evitando o resfriamento rápido da cêra, contra indicado - sob todos os aspectos.

Tal procedimento baseou-se nas normas da Amc

rican Dental Association, Especificação nº 4, (1).

Assim que a cêra apresentou superfície opaca colocou-se sobre a mesma uma placa isolada para suportar um peso de 2.000 g.

Após o resfriamento, o excesso foi removido com o auxílio de uma lâmina cortante, e o bloco foi retirado da matriz metálica e recebeu o pino formador do conduto de alimentação.

4.1.3 - P I N O S

Preferiu-se utilizar pinos de aço inoxidável e ocos, uma vez que apresentam melhor superfície de fixação.

Para fixar-se o pino, procedeu-se ao seu ligeiro aquecimento, colocando-se ainda uma pequena porção de cêra na sua extremidade.

ASHER et COMSTOCK (3) afirmam que ocorre uma alteração de dureza na região próxima do pino. Por êsse motivo êle foi sempre apostado na área central do ângulo ocluso proximal.

Para obter-se o pino ôco de aço inoxidável - seccionou-se uma agulha hipodérmica de nº 6020. Tôdas as fundições foram providas das câmaras de reserva.

4.1.4 - R E V E S T I M E N T O

O revestimento escolhido, de procedência na-

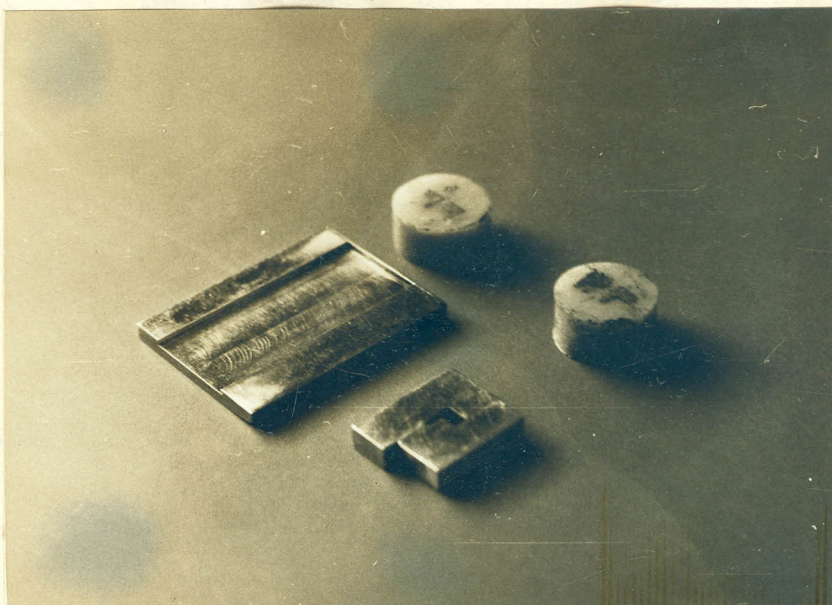


FIG. 1 - Matriz e base para confecção dos corpos de prova em cêra.

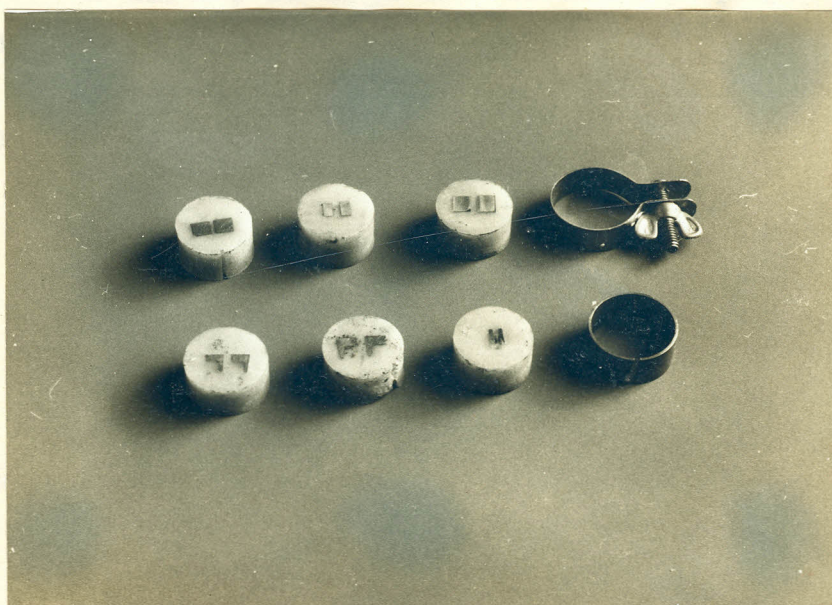


FIG. 2 - Apéis, presilhas e pastilhas de resina com inclusão de corpos de prova

cional, foi "Beauty-Cast", da Dentária Brasileira S/A, empregado nas atividades didáticas e indicado para a técnica eleita.

4.1.5 - L I G A D E O U R O

A liga empregada foi adquirida de fabricante idôneo, cuja fórmula vai abaixo transcrita:

Utilizaram-se 200 g de um lote de 500 g.

A composição da liga é a seguinte:

Ouro	8,75 g - 81,01%
Platina	0,89 g - 8,26%
Prata	0,83 g - 7,70%
Cobre	0,22 g - 2,04%
Zinco	0,08 g - 0,70%

A dureza da liga era de 253 Knoop quando recebida da fonte.

Dentro da classificação geral das ligas, ela pertence ao grupo I (moles), SKINNER (65).

4.2 - A P A R E L H O S

4.2.1 - As fundições foram obtidas por centrifugação, usando-se maçarico tipo gás-ar.

4.2.2 - Politriz "Dujardin", vertical, com refrigeração para preparo da superfície dos corpos de prova. (FIG.3)

4.2.3 - Aparelho "Durimet", Leitz, diamante identificador Knoop para leitura de dureza. (FIG. 4).

4.2.4 - Microscópio metalográfico, modelo "Metallux", Leitz, para obtenção das fotomicrografias. - (FIG. 5).

4.3 - TÉCNICAS

4.3.1 - CORPOS DE PROVA

Elegeu-se como modelo para a confecção dos corpos de prova, uma cavidade do tipo M.O., esquemática, como mostra a FIG. 1.

Esta escolha fundamentou-se na opinião de SOUDER e outros técnicos do National Bureau of Standards, pois afirma COLEMAN (16), "ser necessário fazer ensaios com corpos semelhantes ao real".

Para preencher o molde utilizou-se cêra liquefeita de acordo com a especificação nº 4 da American Dental Association (1), vazando-a no molde. Quando a cêra liquefeita perdeu o brilho superficial, foi colocada sobre a mesma, uma placa de vidro devidamente isolada e com uma carga de 2.000 g deixada esfriar.

Estando a cêra totalmente solidificada foram removidas a carga, a placa de vidro e com o auxílio de uma lâmina cortante eliminou-se o excesso de cêra.

Como o molde de aço foi previamente aquecido,

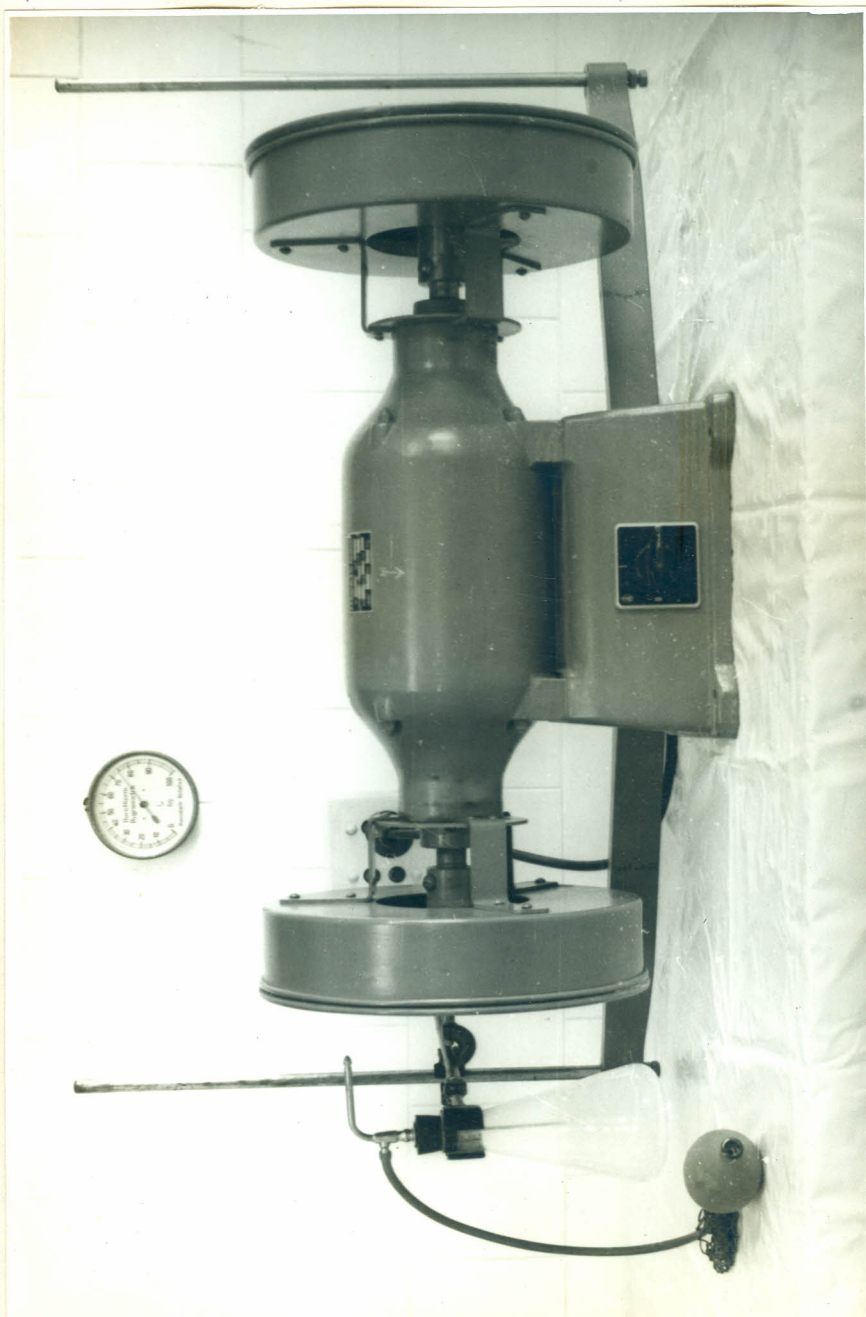


FIG. 3 - Politriz vertical com refrigeração, marca "Dujardin"

o resfriamento da cera foi lento e a pressão da carga impediu a contração de solidificação.

Tôdas as fases das fundições para todos os corpos de prova, obedeceram a técnica preconizada por HOLLEMBACK.

Após a fundição dos corpos de prova, os mesmos permaneciam dentro do anel, até o total resfriamento, à temperatura ambiente. Isto se conseguia deixando o anel em repouso por 12 horas aproximadamente.

Logo que o anel atingia a temperatura ambiente, eliminava-se o revestimento sob jato de água até a recuperação da peça, que era, então, lavada, escovada e colocada em solução de ácido nítrico a 20%, para a decapagem, permanecendo imersa por 24 horas. A temperatura da solução era a ambiente, evitando-se, assim, o aquecimento das peças.

Completada a decapagem, as superfícies eram preparadas para os ensaios de dureza e observação metalográfica.

Devido ao tamanho reduzido das peças e a dificuldade do seu manuseio, tornou-se necessário fixá-las de algum modo para proceder-se ao polimento.

Foi adotado o método apresentado por SUFFERT (72) que emprega resina acrílica auto-polimerizável.

Consta o método de uma série de anéis metálicos, medindo 2,5 cm de diâmetro por 1,5 cm de altura. As bordas são perfeitamente paralelas, para possibilitar os exames e focalização. O anel é seccionado no sentido longitudinal e as pontas são unidas com o auxílio de presilhas ou braçadeiras. (FIG. 2).

Os corpos de prova foram colocados sobre uma placa de vidro, isolada, depois de selecionada a face

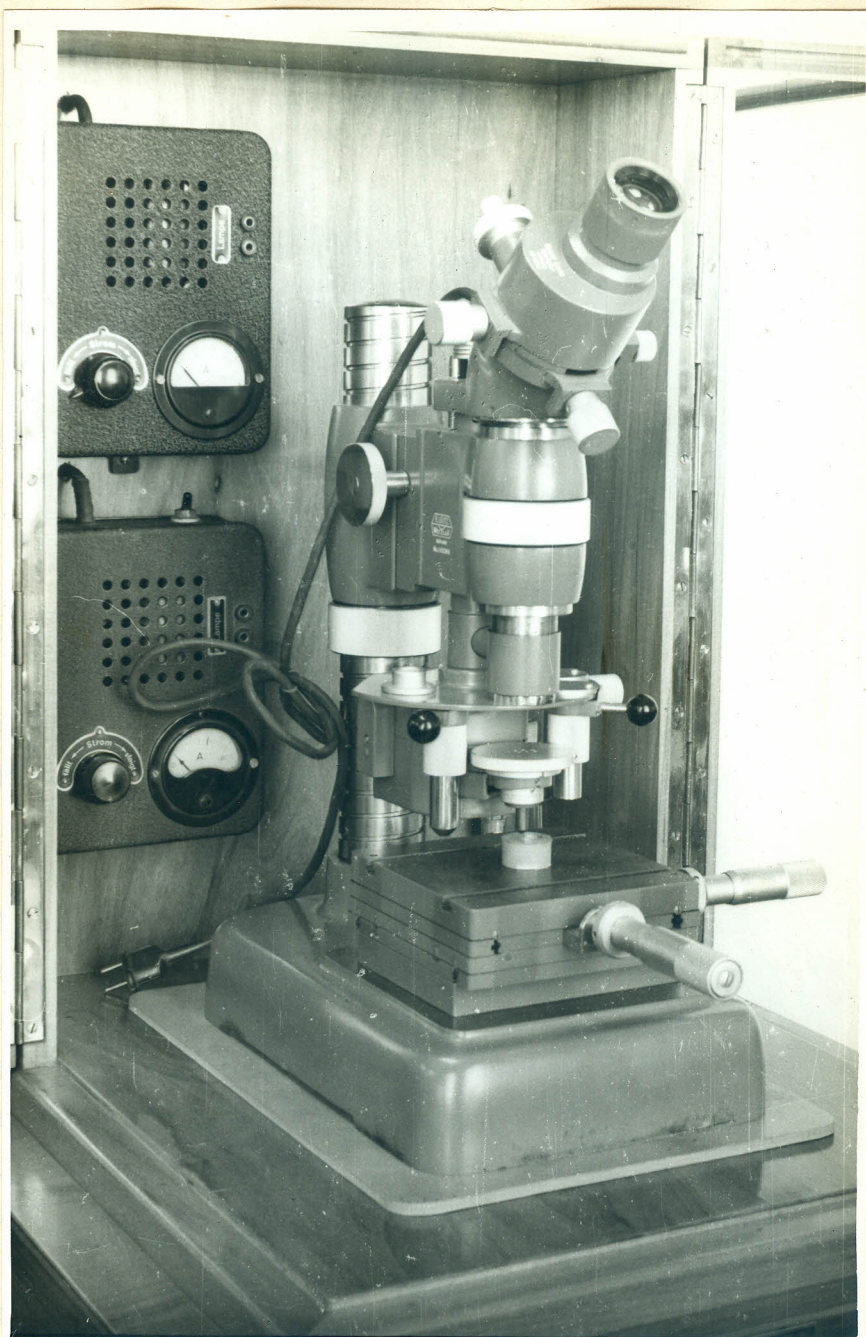


FIG. 4 - Aparelho identificador de dureza "Durimet"
Leitz, com diamante Knoop

a ser estudada. Em seguida, colocou-se o anel em volta com a braçadeira ajustada. Posteriormente, com o intuito de não modificar a posição central dos corpos de prova, colocou-se pequena quantidade de resina adicionando-se o monômero, até completa embebição.

Isto pôsto, nova porção de resina e monômero foi adicionada, até completo preenchimento do anel. A seguir, colocou-se sobre o mesmo outra placa de vidro e comprimiu-se até acentar sobre a borda superior do anel. Para auxiliar a compressão, foi utilizado um peso de 5 kg.

O conjunto ficava imóvel até a completa polimerização da resina, sempre sob pressão.

O tempo de polimerização variou de 15 a 20 minutos. Após o que as braçadeiras foram abertas, o anel removido e o excesso de resina retirado com um instrumento cortante.

Vários autores entre os quais GREAVES et - WRIGHTON (26), KEHL (38) e COLPAERT (20), apresentam - método de inclusão em resinas termoplásticas, como lucite e baquelite. COLPAERT (20), recomenda, ainda, o uso de ligas de baixa fusão para fixação das peças, bem como certos artifícios mecânicos. Esses métodos implicam no aquecimento dos corpos de prova, contrário aos propósitos deste trabalho.

A técnica adotada para a fixação dos corpos de prova em resina acrílica apresenta duas vantagens: inclusão em temperatura inferior a das técnicas acima indicadas e maior facilidade na colocação da face em posição de exame. Optando-se pelas resinas termoplásticas, o fato de exigirem pressão e calor, dificultaria, sobremaneira, a inclusão das faces de menor área.

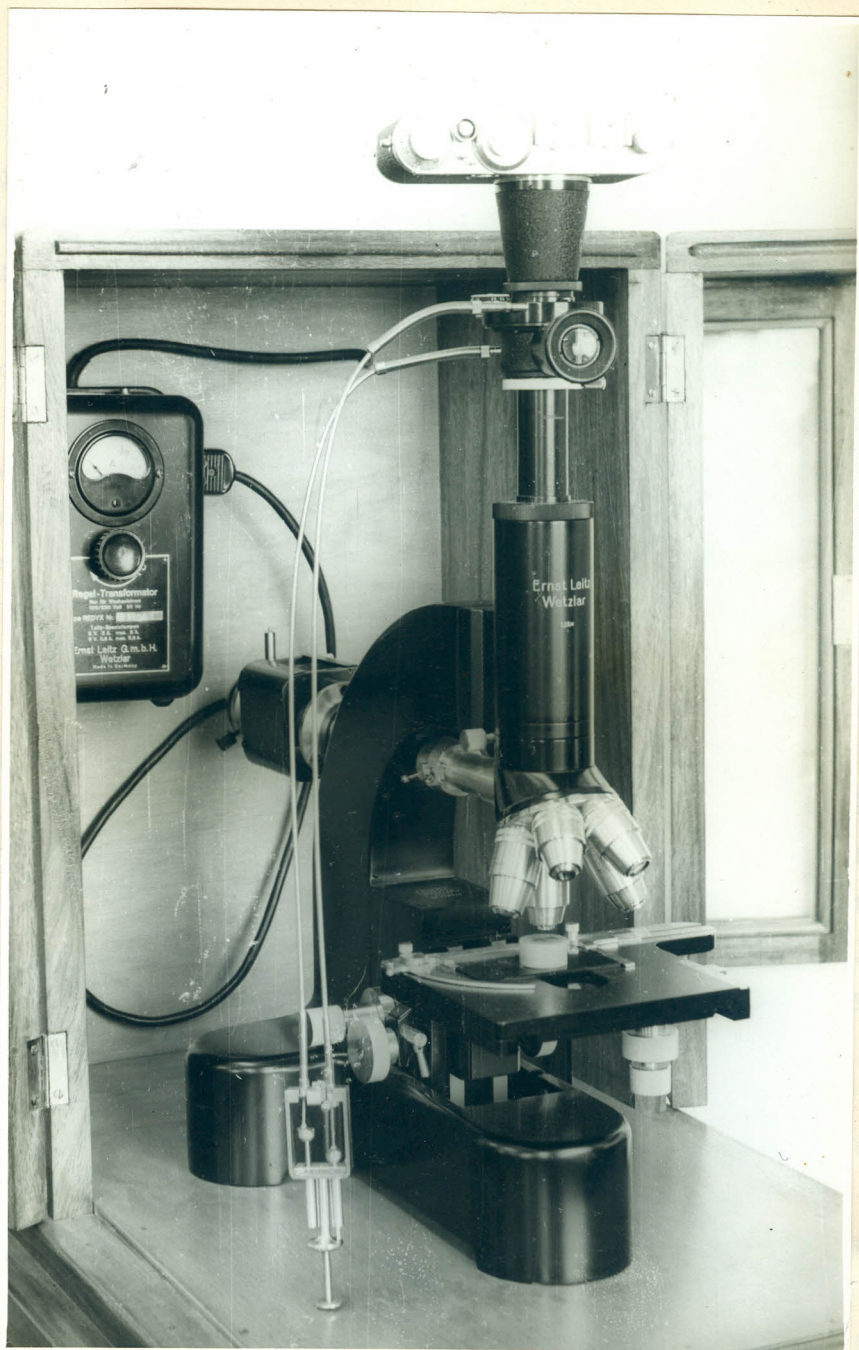


FIG. 3 - Microscópio metalográfico "Metallux Leitz"

A fase seguinte constituiu no preparo superficial do corpo de prova para exames posteriores.

De início, como se faz ao preparar uma amostra para ensaio metalográfico, utilizou-se uma lixa fi na tipo 280, já que o método de inclusão adotado proporcionou uma superfície plana.

O lixamento superficial foi executado da seguinte maneira: estendeu-se uma fôlha de lixa sobre placa de vidro, segundo recomendações de COLPAERT (19), e KEHL (37). Com movimentos uniformes, em uma só direção, passou-se o corpo de prova sobre a superfície abrasiva.

Preferiu-se essa preparação manual por apresentar menor possibilidade de super aquecimento, já que o emprêgo de uma politriz mecânica para essa finalidade chega a elevar a temperatura da superfície do metal de 80 a 185°C, conforme KAIRES e THOMPSON (35). Em trabalho anterior de verificação notou-se, que a temperatura chega a atingir 220°C, esclarecendo-se que a politriz empregada apresenta uma velocidade de 1.450 r.p.m., embora o que importe na elevação da temperatura seja o atrito provocado.

GREAVES et al (27), KEHL (37), COLPAERT (20) e outros, afirmam ser perigoso para a estrutura metálica, o lixamento com aparelhos de alta velocidade. A técnica de preparação adotada está em concordância com os autores citados.

Após passar pelo abrasivo mais áspero, o corpo de prova foi lavado, secado, e examinado, para verificar se os sulcos todos estavam no mesmo sentido. Com uma fôlha de lixa menos abrasiva que a anterior repetiu-se a operação, movimentando-se o corpo de prova em

sentido transversal a movimentação precedente, como recomendam as técnicas. Os sulcos deixados pela lixa anterior foram destruídos, transversalmente, pelos da lixa posterior.

Conclui-se, pois, que os corpos de prova ao passarem de uma lixa para outra, sofriam abrasão em sentido perpendicular ao anterior, pois as pastilhas eram giradas de um ângulo de 90° . As lixas utilizadas foram 280, 1F, 0, 00, 000 e 0000.

Depois que as pastilhas passaram pela última lixa da série, foram lavadas, secadas e polidas.

Utilizou-se para tanto, politriz "Dujardin" (FIG. 3) com disco de feltro. O abrasivo foi alumina-levigada de granulação 1, 2 e 3, pulverizada sobre o disco em movimento.

Seguindo o processamento do preparo, a fase seguinte constituiu-se na remoção da camada superficial amorfa ou camada de BEILEY, como citam SKINNER (65), KEHL (39) e outros.

O ataque químico foi feito colocando-se a pastilha em uma cápsula de porcelana e vertendo sobre a mesma solução de água-régia, preparada, no mínimo, com 24 horas de antecedência.

As pastilhas ficavam imersa em água-régia por alguns segundos e quando a superfície polida do metal perdia o brilho, aparecendo manchas cristalinas, eram elas removidas, eliminando os vestígios de ácido, por meio de água corrente.

Para a secagem da superfície passou-se, delicadamente, algodão embebido em éter, por toda pastilha submetendo-a, em seguida a um jato de ar.

As amostras assim preparadas foram colocadas

sobre uma porção de cera mole, que se adaptou a uma lâmina de vidro, dessas indicadas para exame microscópico, levando-as a prensa Leitz para estabelecer o nivelamento superficial.

Os corpos de prova assim preparados ficaram prontos para os ensaios de dureza e metalográficos, bem como para serem fotografados.

Como subsídio, passa-se a descrever os pormenores da identificação das faces dos corpos de prova, assim como a sua distribuição no trabalho.

Por terem os corpos de prova formato esquemático de uma restauração M.O., adotaram-se os seguintes critérios para identificar as diversas faces.

O corpo de prova foi colocado em posição tal que a face correspondente à proximal ficasse voltada para o A. e a oclusal em posição superior.

A face correspondente à esquerda foi identificada como A. A oposta, a da direita, foi marcada como B. A face correspondente à cervical, recebeu a marca C, para a proximal, a identificação foi D, para oclusal E e para a distal F.

Por sugestão do planejamento estatístico, foram preparados 18 corpos de prova, segundo a técnica descrita. Esses 18 corpos de prova foram enumerados de 1 a 18, por livre arbítrio. Após a sua numeração, foram os mesmos incluídos em 9 pastilhas 2 a 2, conforme TABELA I, da página seguinte.

4.3.2 - ENSAIOS DE DUREZA

A dureza foi determinada no escleroscópio "Durimet". (FIG. 4), com carga sempre de 100 g.

Os ensaios de dureza foram realizados com ponta de diamante Knoop, seguindo-se as orientações do National Bureau of Standards.

Preparados os corpos de prova e levados ao ensaio de dureza, procedeu-se da seguinte forma:

a) em cada face foram escolhidas 5 áreas de modo a cobrir o máximo da superfície em exame.

b) em cada uma das 5 áreas foram feitas penetrações em número suficiente e capaz de proporcionar a escolha de 8 leituras como representativas da área.

c) as médias dos grupos de 8 leituras foram anotadas e constam das TABELAS II, III e IV de acordo com o planejamento estatístico (vide apêndice).

d) assim as médias obtidas correspondem à 40 leituras feitas em cada face.

T A B E L A I

Pastilha	1	Corpos de prova	1 e 2
Pastilha	2	Corpos de prova	3 e 4
Pastilha	3	Corpos de prova	5 e 6
Pastilha	4	Corpos de prova	7 e 8
Pastilha	5	Corpos de prova	9 e 10
Pastilha	6	Corpos de prova	11 e 12
Pastilha	7	Corpos de prova	13 e 14
Pastilha	8	Corpos de prova	15 e 16
Pastilha	9	Corpos de prova	17 e 18

* * *

5 - DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS

5 - DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS

O planejamento oferece três fases para o desenvolvimento dos ensaios. São fases identificadas com os resultados obtidos através do aparelho de dureza.

Dividiu-se o trabalho em três etapas distintas, verificando-se em cada uma delas as durezas das respectivas faces.

A primeira fase dos experimentos corresponde àquela em que os corpos de prova foram retirados do anel, já fundidos, preparados, incluídos em resina e finalmente, examinados.

5.1 - "BRUTO-DE-FUSÃO" *

Esta etapa "Bruto-de-Fusão", compreende a análise da dureza dos corpos de prova e a forma de cristalização que apresentam nesse estado.

Nas quatro primeiras fotomicrografias é dado observar as marcas de dureza. (FIGS. 6, 7, 8 e 9).

A análise da TABELA II possibilita verificar que houve variação no número de dureza nessa fase.

A segunda fase do trabalho corresponde àquela em que os corpos de prova, após ensaiados e fotogra

* - Segundo COLPAERT (21), é a expressão com que se designa a textura do metal no estado em que se solidificou sem qualquer tratamento.

fados, sofrem um tratamento térmico amaciador. Esta é a fase do propósito.

O intuito é verificar a influência da variação do tempo de aquecimento sobre a estrutura da liga e sua conseqüente manifestação de dureza.

Como complemento, executou-se uma terceira fase, com o objetivo de verificar que relação poderia haver entre os tempos de aquecimento e o tratamento termo-endurecedor.

Como já foi referido, prepararam-se 18 corpos de prova, obtidos da mesma maneira, com o intuito de evitar-se a introdução de outras variáveis.

Todos os 18 corpos de prova, foram incluídos em pastilhas 2 a 2.

Os números ímpares eram colocados nas pastilhas à esquerda para servir de ponto de referência. Como os modelos foram enumerados ao acaso, sem obedecer padrão de escolha, os números que receberam significação identidade até o final do trabalho.

As pastilhas foram enumeradas de 1 a 9, como mostra a TABELA I (pag. 48).

Tôdas as pastilhas foram ensaiadas na fase "bruto-de-fusão" e seus valores estão expressos na TABELA II.

Depois da primeira verificação de dureza as pastilhas foram divididas em três grupos de 3 e os seus corpos de prova submetidos a três diferentes tempos de aquecimento.

3.2 - TRATAMENTOS TERMO-AMACIADORES

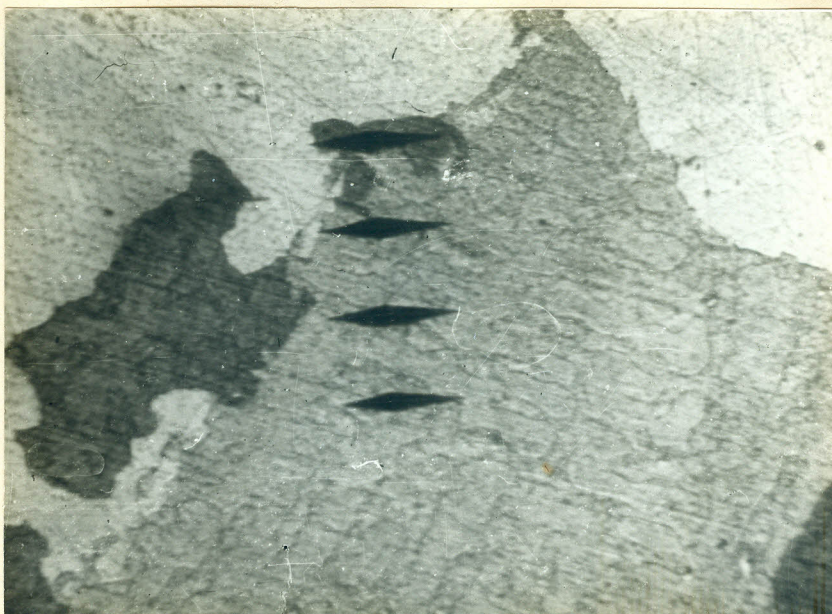


FIG. 6 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop, em "Bruto-de-Fusão" - 100 X



FIG. 7 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop, em "Bruto-de-Fusão" - 100 X

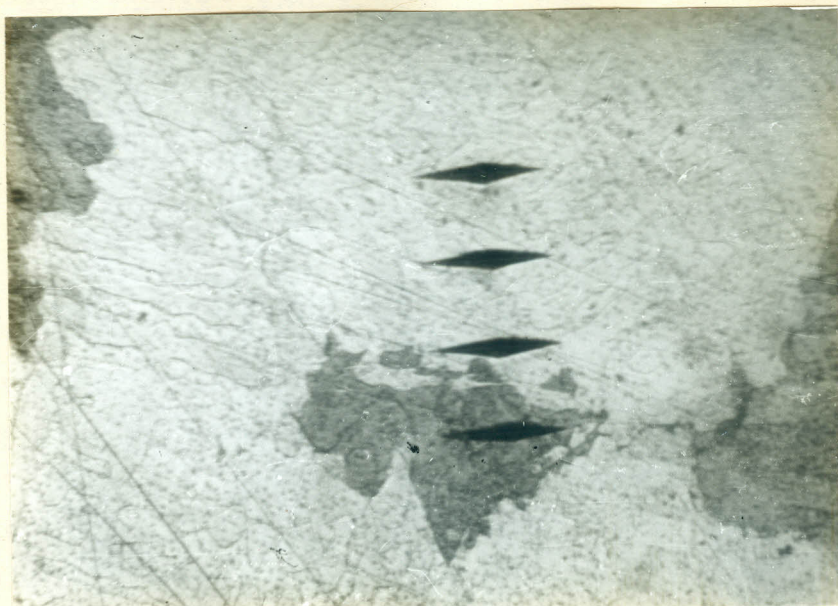


FIG. 8 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop, em "Bruto-de-Fusão" - 100 X

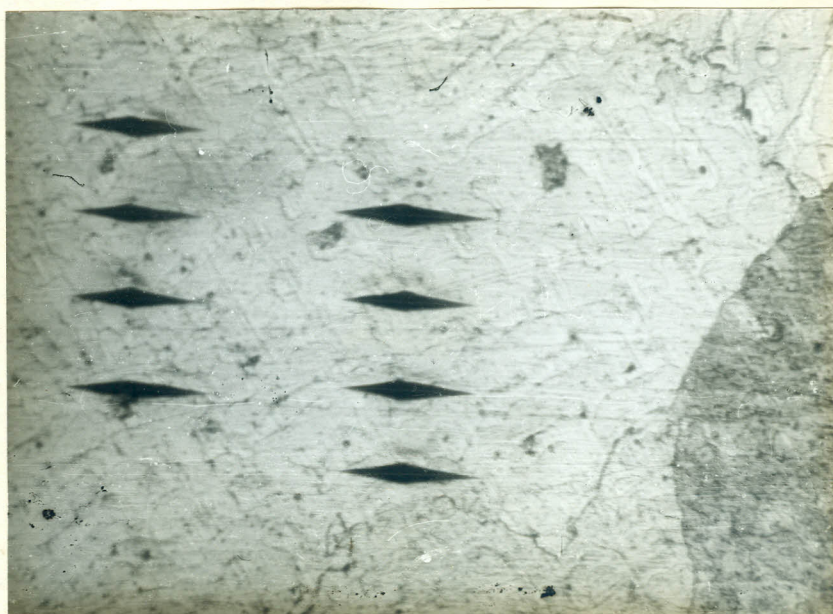


FIG. 9 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop, em "Bruto-de-Fusão" - 100 X

5.2 - TRATAMENTOS TERMO-AMACIADORES

5.2.1 - 1º TRATAMENTO TERMO-AMACIADOR

Escolheu-se como ponto de referência, o tratamento que diversos autores preconizam: "submeter a liga durante 10 minutos à uma temperatura de 700°C e em seguida, provocar o resfriamento rápido em água à temperatura ambiente. A água utilizada sempre apresentou temperatura de 22°C. Os corpos de prova que receberam o 1º tratamento termo-amaciador foram os de números 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

Houve sempre o cuidado de ao remover os corpos de prova do forno, aquecer o mais possível a parte ativa da pinça, para evitar o resfriamento primário onde se desse o contato com o instrumento.

5.2.2 - 2º TRATAMENTO TERMO-AMACIADOR

No segundo tratamento, isto é 20 minutos de permanência em forno à 700°C e resfriado rapidamente em água à temperatura ambiente, mais seis corpos foram submetidos e identificados como sendo os de números 7, 8, 9, 10, 11 e 12.

Nesta fase do trabalho, seguiu-se à risca o procedimento dispensado na anterior.

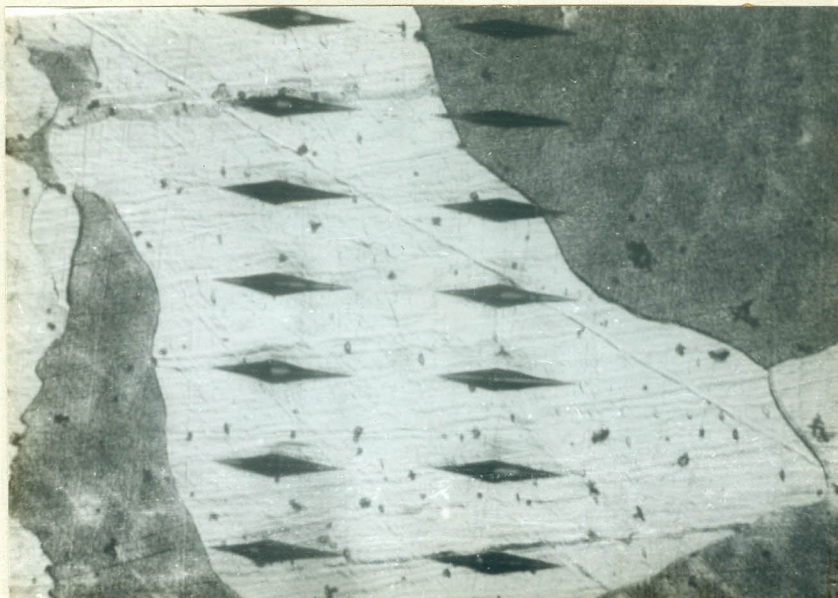


FIG. 10 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo-amaciador - 100 X

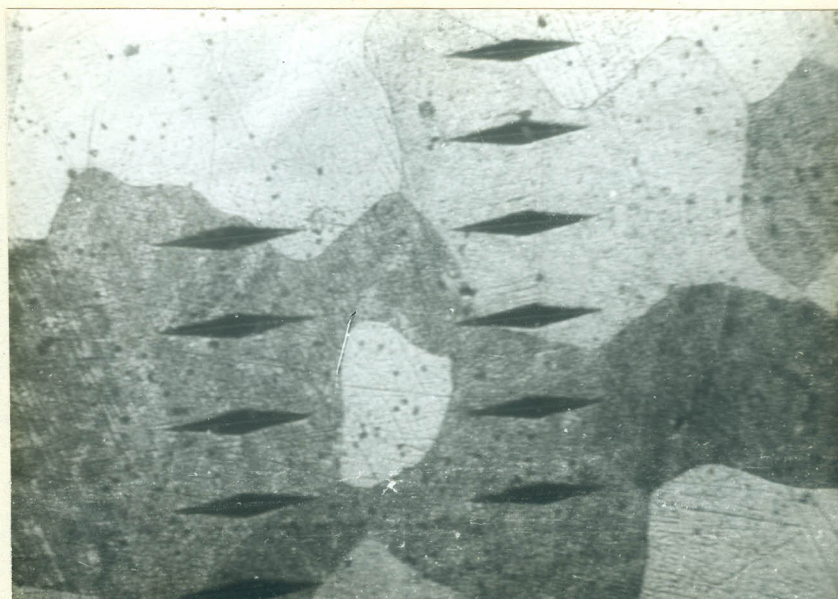


FIG. 11 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo-amaciador - 100 X

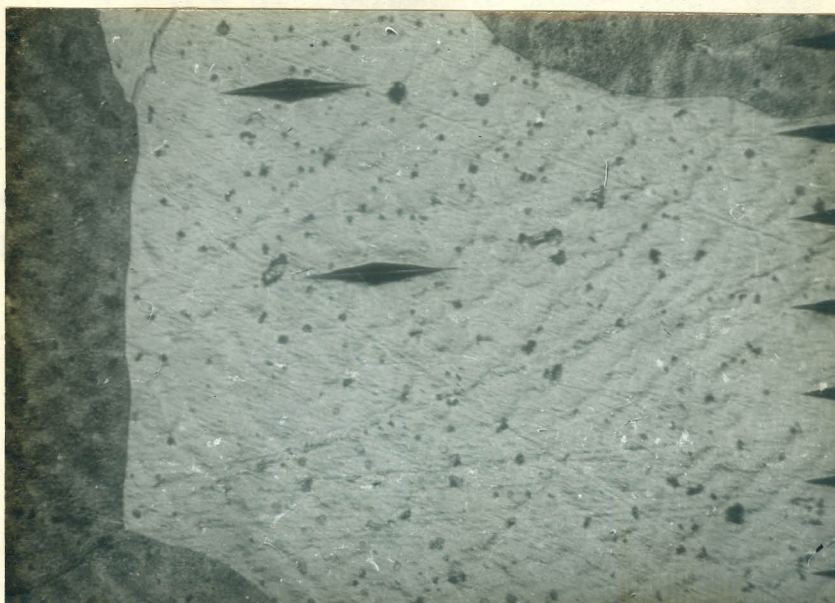


FIG. 12 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo-anaciador - 100 X



FIG. 13 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo-anaciador - 100 X

5.2.3 - 32 TRATAMENTO TERMO-AMACIADOR

O terceiro lote de amostras, formado por aqueles corpos cujos números de identificação eram 13, 14, 15, 16, 17 e 18 foi colocado em forno aquecido à 700°C por tempo mais prolongado, 30 minutos. Vinte minutos além do que geralmente recomendam os autores.

Após esse tempo, os corpos de prova foram retirados e resfriados da mesma forma que os demais.

Depois de cada tratamento, os corpos eram reunidos dois a dois e incluídos em resina (pastilha), que recebia o seu número de identificação.

Uma vez terminada as etapas das inclusões, passou-se ao preparo da superfície como foi descrito, ataque com água régia e determinação dos valores de dureza. Em cada face dos corpos de prova foram feitas 40 leituras. Concluída uma face, os corpos de prova eram removidos da resina e incluídos novamente para ficar exposta a outra face a ser examinada.

Orientou-se o trabalho de identificação da dureza de forma a se repetir em todas as etapas. As faces foram observadas, partindo de A, B, C, D, E e F.

Terminando-se a identificação das durezas, fotografaram-se as marcas deixadas pelo diamante Knoop (FIGS. 10, 11, 12 e 13).

Esse procedimento foi constante em todas as faces de todos os corpos de prova e em todas as etapas do trabalho.

Foram obtidas 12.960 marcas de dureza, todas consideradas em nosso trabalho, e, cada grupo de mais

ou menos 5 marcas foi fotografado, alcançando o número superior a 2.500 fotomicrografias. O documentário fotográfico está à disposição dos interessados.

Foram reproduzidos e ampliados em papel 4 exemplares representativos de cada etapa, isto é, 4 para "bruto-de-fusão", 4 para "tratamento termo-amaciador" e 4 para "tratamento termo-endurecedor".

Ligeira observação das 12 fotografias mostra as diferenças de comprimento das marcas, dada a influência dos tratamentos térmicos. As marcas consideradas defeituosas foram desprezadas.

5.3 - TRATAMENTOS TERMO-ENDURECEDORES

Esta etapa foi levada a efeito como subsídio ao escopo inicial.

Procurou-se combinar os três tratamentos termo-amaciadores com três tratamentos termo-endurecedores.

Escolheram-se três tratamentos termo-endurecedores que são descritos a seguir:

5.3.1 - 1º TRATAMENTO TERMO-ENDURECEDOR

Os corpos de prova, neste tratamento, foram colocados a temperatura de 450°C, por 2 minutos. Após este tempo, provocou-se uma queda de temperatura para 250°C, queda essa que se completou após 30 minutos, -

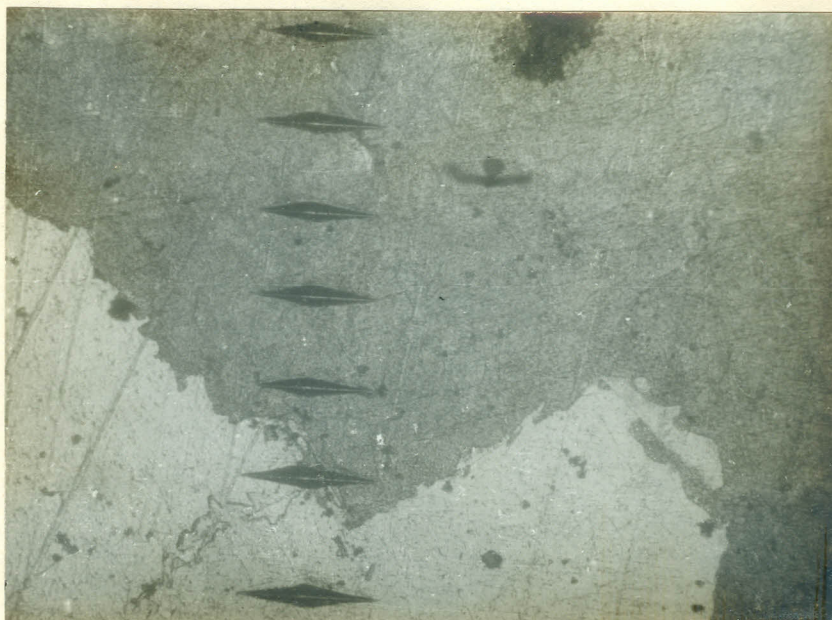


FIG. 14 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo-endurecedor - 100 X



FIG. 15 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo-endurecedor - 100 X



FIG. 16 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo-endurecedor - 100 X



FIG. 17 - Fotomicrografia mostrando marcas de dureza Knoop após tratamento termo-endurecedor - 100 X

caindo em média cerca de 7°C por minuto. Quando os 250°C foram atingidos foi feito o resfriamento rápido, em água à temperatura ambiente, (22°C).

Neste período de trabalho, os corpos de prova sofreram exames de dureza e metalográfico, idênticos aos da fase anterior e também foram documentados fotograficamente. (FIGS. 14, 15, 16 e 17).

5.3.2 - 2º TRATAMENTO TERMO-ENDURECEDOR

O segundo tratamento termo-endurecedor, tem o seguinte desenvolvimento: 6 corpos de prova foram submetidos a um aquecimento tal que, partindo da temperatura ambiente, elevou-se até atingir 700°C , permanecendo nessa temperatura por 5 minutos, quando, então, desligou-se o forno e o resfriamento se processou de forma lenta, até à temperatura ambiente. Os corpos de prova foram retirados do forno e preparados para os testes de dureza e metalográfico.

5.3.3 - 3º TRATAMENTO TERMO-ENDURECEDOR

Os restantes corpos de prova foram submetidos a um outro tratamento termo-endurecedor que constitui no seguinte:

As peças foram colocadas no forno à temperatura ambiente e ligado para que atingisse 700°C , aí permanecendo por uma hora.

O forno permaneceu fechado até o resfriamento total e somente depois de 24 horas, as peças foram removidas.

Uma vez concluída a descrição do desenvolvimento dos trabalhos, considera-se necessário um breve resumo para rememorar o que foi feito.

Obtidas as 18 peças, e devidamente numeradas, foram elas submetidas ao teste de dureza em todas as faces, denominando-se a esse estágio de verificação como "bruto-de-fusão".

Para execução da segunda fase, submeteram-se todas as peças a 3 tipos de tratamentos termo-amaciadores e verificaram-se as transformações cristalinas que poderiam ocorrer. É evidente que a dureza superficial também deveria ser alterada embora "a priori", nada fosse possível afirmar. Para realizar esta etapa e para melhor controle dividiram-se os corpos de prova em lotes de seis incluídos em três pastilhas para cada tratamento.

A TABELA III mostra como foi feita a sua distribuição donde se conclui que as pastilhas 1, 2 e 3 - pertencentes ao primeiro tratamento termo-amaciador possuíam os corpos de prova 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

As pastilhas 4, 5 e 6 possuíam os corpos de prova 7, 8, 9, 10, 11 e 12 submetidas ao tratamento termo-amaciador que foi classificado como o segundo, isto é aquecimento a 700°C por 20 minutos.

Corpos de prova com os números 13, 14, 15, 16, 17 e 18, foram reunidos nas pastilhas 7, 8 e 9 pertencentes ao terceiro tratamento termo-amaciador, aquecidos por tempo de 30 minutos.

Assim que foi concluída a fase do tratamento

termo-amaciador e tomadas as respectivas durezas, os resultados foram analisados e constam da TABELA III.

Por sugestão de dois mestres que orientaram estas pesquisas, quer em materiais dentários, quer em estatística, prosseguiu-se efetuando a terceira fase do trabalho.

Para realizar esta etapa final, escolheram-se três diferentes tipos de tratamentos termo-endurecedores. Para tanto, consultada a literatura, e inspirado em recomendações de autores abalizados, procederam-se aos ensaios necessários.

Pelo esquema apresentado no QUADRO I, verificou-se que foram combinados os diversos tratamentos termo-amaciadores com os endurecedores.

Por outras palavras, as pastilhas 1, 4 e 7 - tendo incluso os corpos de prova números 1 e 2, 7 e 8, 13 e 14, representantes de três tipos de tratamentos termo-amaciadores foram agrupados para sofrerem o 1º tratamento termo-endurecedor.

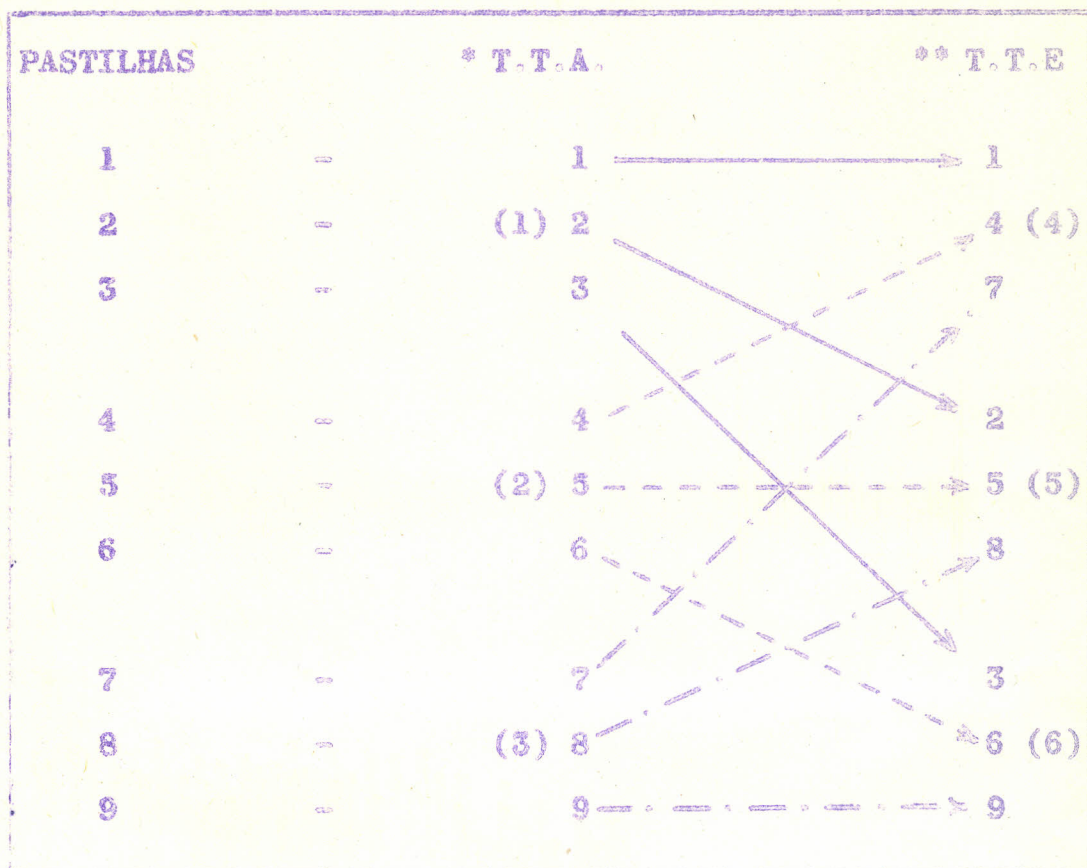
Para o segundo tratamento termo-endurecedor, mais três pastilhas 2, 5 e 8, representando todos os tratamentos termo-amaciadores, contendo os corpos de prova números 3 e 4, 9 e 10, 15 e 16, foram colocadas sob ação do mesmo.

Quando do terceiro tratamento termo-endurecedor, utilizaram-se as pastilhas 3, 6 e 9, cujos corpos de prova eram os de números 5 e 6, 11 e 12, 17 e 18. - Mais uma vez as peças eram representativas dos três tratamentos termo-amaciadores. As durezas anotadas figuram na TABELA III.

Assim sendo, o trabalho inicial foi complementado pela execução da terceira fase, ou melhor, pe-

la realização dos tratamentos termo-endurecedores.

QUADRO I



Neste quadro representa-se os agrupamentos - de corpos de prova submetidos aos diferentes T.T.

- (1) Aquecimento à 700°C por 10 minutos e resfriamento rápido em água à 22°C .
- (2) Aquecimento à 700°C por 20 minutos e resfriamento rápido em água à 22°C .
- (3) Aquecimento à 700°C por 30 minutos e resfriamento rápido em água à 22°C .
- (4) Aquecimento à 450°C por 2 minutos, resfriamento - para 250°C por trinta minutos e em seguida em água à temperatura ambiente (22°C).

- (5) Aquecimento até 700°C , permanecendo nessa temperatura por 5 minutos e resfriando lentamente.
- (6) Aquecimento até 700°C , permanecendo nessa temperatura por 1 hora e resfriando lentamente.

* * *

* T.T.A. - Tratamento Termo-amaciador

** T.T.E. - Tratamento Termo-endurecedor

* * *

6 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Percorridas as fases anteriores desta pesquisa, introdução, revista bibliográfica, proposição, materiais, aparelhos e técnicas, desenvolvimento do trabalho, chega-se à parte final, isto é, discussão dos resultados, os quais foram obtidos no desenrolar da experimentação e conclusões que dela se inferem.

Encontrou-se através do aparelho identificador de dureza, figuras geométricas na forma de um losângulo, deixadas pelo diamante Knoop, sobre a superfície dos corpos de prova.

Essas figuras foram medidas em seu maior eixo e os resultados foram transformados em valores de dureza Knoop. Os valores dados pelo aparelho "Durimet" são sempre expressos em "micra", os quais são transformados utilizando-se de uma tabela fornecida pelo seu fabricante.

Por orientação dos estatísticos esses resultados foram trabalhados na sua forma original ou real, "micra", e só no final, executou-se a transformação das médias obtidas, em valores de dureza.

As médias das leituras diretas, encontram-se inseridas nas tabelas II, III e IV, seguindo-se as fases dêste trabalho.

Os resultados, valores de dureza, após a conversão, conseguidos através de análise estatística, acham-se relacionados e discutidos a seguir, obedecendo as fases dêste trabalho.

"BRUTO-DE-FUSÃO"

Para esta primeira fase, conseguiu-se os seguintes valores de dureza Knoop, após serem analisados estatisticamente.

QUADRO II

"BRUTO-DE-FUSÃO"

Pastilhas	Médias de dureza Knoop	Valor médio
1	253,0	274,6
2	267,0	
3	270,6	
4	278,2	
5	263,4	
6	278,2	
7	278,2	
8	298,8	
9	294,6	

Observou-se que existe uma variação entre a dureza das 9 pastilhas, cujos corpos de prova foram escolhidos e incluídos nas mesmas, sem critério definido, por livre escolha. Com os resultados apresentados, notou-se que o menor valor encontrado difere em 20 unidades do valor médio. Por outro lado, é evidente a dife-

rença de 24,2 unidades, entre o valor médio das pastilhas e a que apresenta a maior dureza.

A análise estatística mostrou haver diferença mínima significativa entre as pastilhas nesta fase.

TRATAMENTO TERMO-AMACIADOR

Efetuuou-se da mesma forma a transformação dos resultados obtidos nesta fase dos trabalhos, os quais são apresentados a seguir:

QUADRO III TRATAMENTO TERMO-AMACIADOR

T.T.A.	PASTILHAS	MÉDIAS DE DUREZA KNOOP	VALOR MÉDIO
10 minutos	1	199,2	203,3
	2	211,6	
	3	199,2	
20 minutos	4	204,0	198,6
	5	190,2	
	6	201,6	
30 minutos	7	206,4	211,6
	8	214,2	
	9	214,2	

A análise estatística não encontra diferença entre os diversos tratamentos termo-amaciadores, nota-se que, realmente, a variação é mínima pela observação dos resultados médios de dureza. (Quadro III). Porém, é bastante evidente que o tratamento térmico que corresponde a um aquecimento por vinte minutos à temperatura de 700°C apresenta resultado inferior aos demais, isto é, conferiu menor dureza. A diferença entre eles é a seguinte: 4,7 unidades entre o 1^o e o 2^o; 13,0 entre o 2^o e o 3^o e 8,3 entre o 1^o e o 3^o.

Evidencia-se, em face dos resultados expostos que com o aquecimento da liga por 20 minutos consegue-se tratamento termo-amaciador mais eficiente.

TRATAMENTO TERMO-ENDURECEDOR

Ponderando-se os resultados (vide QUADRO IV) referentes à terceira fase deste trabalho, vê-se de imediato que o maior valor de dureza é encontrado no segundo tratamento termo-endurecedor (aquecimento até 700°C permanecendo essa temperatura por 5 minutos e esfriamento lento).

O terceiro tratamento, cujos corpos de prova permaneceram por 1 hora a 700°C e resfriamento lento, também apresentou maior resultado em relação ao primeiro tratamento termo-endurecedor.

Os cálculos estatísticos conclui que há diferença significativa entre os três tratamentos.

Necessário se torna recordar que, nesta fase foram submetidos a cada tratamento termo endurecedor,-

QUADRO IV
TRATAMENTO TERMO-ENDURECEDOR

T.T.E.	PASTILHAS	MÉDIAS DE DUREZA KNOOP	VALOR MÉDIO
1º	1	259,8	258,6
	4	256,4	
	7	259,8	
2º	2	307,8	322,2
	5	317,0	
	8	342,0	
3º	3	294,6	307,9
	6	312,4	
	9	298,8	

corpos de prova anteriormente sujeitos aos três tratamentos termo-amaciadores. Os resultados evidenciam relativa diferença entre eles, podendo-se deduzir que só há influência dos tratamentos termo-amaciadores sobre o 2º tratamento termo-endurecedor, quando o aquecimento foi feito por 5 minutos e com resfriamento lento.

Quanto a diferença de dureza entre os valores médios dos três tratamentos são: 63,6 unidades entre o 1º e o 2º; 43,3 entre o 1º e o 3º e 20,3 entre o 2º e 3º.

QUADRO V
MÉDIA DE DUREZA NAS TRÊS FASES DO TRABALHO

PASTILHAS	BRUTO-DE FUSÃO	T.T.A.	T.T.E.
1	253,0	199,0	259,8 *
2	267,0	211,6 (1)	307,8 **
3	270,6	199,2	294,6 ***
4	278,2	204,0	256,4 *
5	263,4	190,2 (2)	317,0 **
6	278,2	201,6	312,4 ***
7	278,2	206,4	259,8 *
8	298,8	214,2 (3)	342,0 **
9	394,6	214,2	298,8 ***

(1) - Colocadas à temperatura de 700°C por 10 minutos e resfriadas em água à temperatura ambiente.

(2) - Colocadas à temperatura de 700°C por 20 minutos e resfriadas em água à temperatura ambiente.

(3) - Colocadas à temperatura de 700°C por 30 minutos e resfriadas em água à temperatura ambiente.

* - Colocadas à temperatura de 450°C por 2 minutos queda para 250°C em 30 minutos e depois resfriamento rápido em água à temperatura ambiente.

** - Aquecidas da temperatura ambiente até 700°C, permanecendo nessa temperatura por 5 minutos e resfriadas lentamente no forno

*** - Aquecidas da temperatura ambiente até 700°C, permanecendo nessa temperatura por 1 hora e resfriadas lentamente no forno.

(Temperatura ambiente = 22°C).

Observa-se no QUADRO V que as pastilhas foram submetidas aos tratamentos termo-amaciadores e em seguida, aos tratamentos termo-endurecedores. Os seus valores são comparados na fase de "Bruto-de-Fusão", tratamento termo-amaciador e tratamento termo-endurecedor. Pode-se ver pelos dados relacionados que o segundo tratamento térmico, quer amaciador quer endurecedor, apresenta maior eficiência na alteração da dureza dos corpos de prova, a que foram submetidos. Os asteriscos à direita da coluna dos tratamentos termo-endurecedores, indicam os diversos tratamentos a que foram os mesmos submetidos.

QUADRO VI
VALORES MÉDIOS DE DUREZA KNOOP

BRUTO-DE-FUSÃO	T.T.A.	T.T.E.
274,6	204,5	294,2

O presente quadro insere os dados médios de cada fase deste trabalho, estabelecendo uma comparação das durezas e evidenciando as diferenças existentes entre as mesmas.

A análise estatística destes resultados provou ser significativa a diferença havida.

Representa-se, pois, com estes resultados, a conclusão dos cálculos e medições efetuados durante a realização deste trabalho.

* * *

7 - CONCLUSÕES

7 - CONCLUSÕES

Dos valores de dureza Knoop conseguidos durante este estudo parece lícito concluir-se o seguinte:

1) Existe diferença de dureza entre todos os corpos de prova, obtidos por fundições, confirmada, também, pela análise estatística na fase "Bruto-de-Fusão".

2) Uma diferença mínima existe entre os diversos tratamentos termo-amaciadores, sendo que aquele em que os corpos de prova permaneceram por 20 minutos à temperatura de 700°C , apresentam dureza inferior aos demais. Estatisticamente não há diferença entre os três tratamentos termo-amaciadores.

3) Entre os três tratamentos termo-endurecedores, observam-se, realmente, diferenças de valores, confirmadas pela análise estatística.

4) Não há influência decisiva do tratamento termo-amaciador sobre o tratamento termo-endurecedor, quando à propriedade física "dureza".

* * *

8 - BIBLIOGRAFIA

8 - B I B L I O G R A F I A

- 1 - American Dental Association - Guide to dental materials - Specification nº 4 for dental inlay casting gold alloy, 1 962-1 963, p. 25.
- 2 - American Dental Association - op. cit. p. 32.
- 3 - ANDERSON, J.N. - Applied dental materials, 2a ed. Oxford, Blackwell, 1 961, p. 17.
- 4 - ANDERSON, J.N. - op. cit. p. 56.
- 5 - ASHER, H.H. e COMSTOCK, J.A. - Some causes of variation in hardness of gold-copper castings, J. Dent. Res., 13 (5) 407-413, oct., 1 933.
- 6 - ASHER, H.H. - Hardness study of transformation in gold-copper alloys, J. dent. Res. 14 (5): 349-358, oct. 1934.
- 7 - BLACK, G.V. - Operative dentistry, vol 2, Chicago Médico-Dental Publishing Co. - 1 908, p. 325.
- 8 - BORELIUS, J. et alii - Ann. Physik., 86: 291, - 1 928

- 9 - BRUMFIELD, R.C. - Precious metal alloys, Tr. Am. Soc. for Steel Treating, 19 (2):333-367, feb., 1 933.
- 10 - BRUMFIELD, R.C. - Heat treatment of dental gold alloys, Dent. Dig., 39 (12): 457-468, dec., 1933.
- 11 - BUSH, S.H. et alii - Comparison of the mechanical properties chemical and microstructures of dental gold wires, J. prosth. Dent. 1 (1): 177-187, jan./mar., 1951.
- 12 - CARPENTER, H. et ROBERTSON, J.M. - Metals, London Oxford University Press, sd., cap. V, p.360.
- 13 - COLEMAN, R.L. - Physical properties of dental materials II (wrought gold alloys), J. Amer. dent. Ass., 12 (5): 520-546, may 1 925.
- 14 - COLEMAN, R.L. - Physical properties of dental materials III (progress report of research on the dental casting process). Dent. Cosmos, 68 (8): 743-764, aug. - 1 926.
- 15 - COLEMAN, R.L. - Physical properties of dental materials IV (cast gold alloys), Dent. Cosmos, 69 (10): 1007-1026, oct., 1 927.

- 16 - COLEMAN, R.L. - Physical properties of dental materials. National Bureau of Standards. J. Res. 1 (): 867-938, Research paper nº 32, 1 928.
- 17 - COLEMAN, R.L. - Heat treatment of some high-palladium alloys, J. dent. Res., 20 (4): - 331-333, aug./oct., 1 941.
- 18 - COLPAERT, H. - Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 2ª ed. Edgard Bucher, - São Paulo, 1 959, cap. II, p. 41.
- 19 - COLPAERT, H. - op. cit. cap. III, p. 130.
- 20 - COLPAERT, H. - op. cit. cap. III, p. 134.
- 21 - COLPAERT, H. - op: cit. cap. III, p. 178.
- 22 - CROWELL, W.S. - The developement of physical testing of dental materials and specifications of testing methods. J. Amer. dent. Ass. 19 (1): 87-97, jan. 1932.
- 23 - DELGADO, V.P. - Ligas de ouro. Rev. Gaúcha de Odont. 7 (2): 57-67, mar. 1 959.
- 24 - GABEL, A.B. - Compendio de operatória dental. - Trad. Atheneu S.A., Rio de Janeiro - 1 959, p.900.

- 25 - GOODALE, S.L. et BANKS, R.M. - Development of
brinell hardness test on thin sheets
brass, Proc.A.S.T.M., 19 (): 757 -
1 919.
- 26 - GREAVES, R.H. et WRIGHTON, H. - Pratical micros-
copic metallography, 4th ed., Lon-
don Chapman and Hall Ltd., cap. II,
p.17.
- 27 - GREAVES, R.H. et WRIGHTON, H. - op. cip. cap. -
II, p. 19.
- 28 - HARDER, O.E. - Modern dental metallography. Min-
neapolis, Burgess Roseberry Publish-
ing Co., 1 930 p. 28.
- 29 - HAUGHTON, J.L. et PAYNE, R.J.M. - Transformation
in the gold-copper alloys. J. Inst.
of Metal, 46 (3): 457-481, mar.1931.
- 30 - HEDEGARD, B. - Homogenization of dental alloys -
castings: Studies in crown and brid-
ges prothesis. The year book of den-
tistry. The Year Book Publishers Chi-
cago 1 959-1 960. p. 374.
- 31 --Metal Handbook, The American Society
for metal, 1 948. pp. 93-104.
- 32 - JEFFRIES, Z. et ARCHER, R.S. - The slip interfe-
rence theory of harding of metals. -
Chem.and Metallurg Engeneering, 24 -
(): 1057 - 1067, 1 921.

- 33 - JEFFRIES, Z. et ARCHER, R.S. - Science of Metals
New York, Mc Graw Hill Book Co. 1924,
p. 250.
- 34 - JOHANSSON, C. et LINDE, J. - Ann Physik, 78:439-
1 925.
- 35 - KAIRES, A.K. et THOMPSON, J.C. - The effect of
heat treatment variables on the mi-
crostructure and hardness of a cast
dental gold alloy. J.dent.Res. 38 -
(5): 888-900 sep/oct. 1 959.
- 36 - KEHL, G.L. - The principles of metallographic la-
boratory practice. 3rd ed. New York,-
Mc Graw Hill Book Co. 1 949, cap. I,
p. 1.
- 37 - KEHL, G.L. - op. cit. cap. I pp. 8-15.
- 38 - KEHL, G.L. - op. cit. cap. I pp. 52-59.
- 39 - KEHL, G.L. - op. cit. cap. II p. 63.
- 40 - KEHL, G.L. - op. cit. cap. VI p. 221.
- 41 - KEHL, G.L. - op. cit. cap. VI p. 245.
- 42 - KNOOP, F. et alii - A sensitive pyramidal diamond
tool for indentation measurements. J.
Res., National Bureau of Standards, -
23 (6): 39-61, jul. 1 939.

- 43 - KURNAKOW, N. et alii - The transformations in alloys of gold with copper. J. Inst. of Metals, 15 (): 305-331, 1 916.
- 44 - KURNAKOW, N. et AGEEW, N.W. - Physico-chemical - study of gold-copper solid solutions, J. Inst. of Metals 46 (): 481-502, - 1941.
- 45 - NEY, J.M. - The Ney gold handbook. Hartford, - 1 922 p.10.
- 46 - O'BRIEN, W.J. - Physical properties of dental - alloys. Dent. Labor, 7 (11): 266-269, nov. 1 959.
- 47 - PAFFENBARGER, G.C. et SWEENEY, W.T. - Dental casting technic theory and practice. J. dent. Res. 11 (5): 681-701, oct. 1931.
- 48 - PAFFENBARGER, G.C. et alii - Wrought gold wire - alloys: physical properties and specification. J. Amer. dent. Ass. 19 (12) 2061-2086, dec. 1 932.
- 49 - PEYTON, F.A. - Flexure fatigue studies of cast - dental gold alloys. J. Amer. dent. Ass. 21 (3): 394-415, mar. 1 934.
- 50 - PEYTON, F.A. - The influence of heat treatment - on partial denture structures. J. Amer. dent. Ass. 28 (9): 1499-1506, sep. 1941.

- 51 - PEYTON, F.A. et alii - Restorative dental materials
St. Louis, The C.V. Mosby Co. cap. III -
pag. 106.
- 52 - PEYTON, F.A. et alii - op. cit. cap. VIII p. 282.
- 53 - ROSENHAIN, W. et HAUGHTON, J.L. - An introduction to
the study of physical metallurgy. 3^a -
ed. London Constable and Co. Ltd. sd. -
cap. VII p. 193-252.
- 54 - SCHLEGEL, H. - Der aufbau der dental-edelmetalledie-
rungen. Dtsch. stomatologic. 10 (1): -
13-32, jan. 1 960.
- 55 - SCHLEGEL, H. - Eigenschaften und anwendung der den-
taledelmetallallegie. Dtsch. Stomatol. -
10 (12): 900-911, dez. 1 960.
- 56 - SHELL, J.S. - Metallography of the precious metals
used in dentistry. J. Amer. dent. Ass. 12
(7): 794-800, jul. 1 925.
- 57 - SHELL, J.S. - Microscopic comparison of two gold -
alloys. J. Amer. dent. Ass. 12 (70): 801-
806, jul., 1 925.
- 58 - SHELL, J.S. - Metallurgic phenomena in dental al-
loys. J. Amer. dent. Ass. 14 (3): 427-437,
mar. 1 927.

- 59 - SHELL, J.S. - Cast gold alloys their physical properties and dental applications. - J.Amer.dent.Ass. 18 (5): 904-916, may 1 931.
- 60 - SHELL, J.S. - Heat treatment of ternary alloys - containing gold and nickel. J.Amer.dent. Ass. 18 (6): 1541-1544, aug. - 1 931.
- 61 - SHELL, J.S. et Mc.CORMACK, D. - Roentgenographic examination of dental gold alloys. - J.Amer.dent.Ass. 18 (11): 2193-2194, nov., 1 931.
- 62 - SHELL, J.S. - Advantages in the use of safe heat treating technics for gold alloys. - Dent. Craftman, 12 (1): 6-9, jan. - 1 938.
- 63 - SHELL, J.S. et HODGEN - Dental materials. St. Louis, The C.V.Mosby Co. 1 938, cap. IX p. 151.
- 64 - SKINNER, E.W. - A ciência dos materiais odontológicos, trad. do prof. Francisco Degni, São Paulo, 5ª ed. Atheneu, 1 962 cap. XX, p. 426.
- 65 - SKINNER, E.W. - A ciência dos materiais odontológicos, op. cit. cap. XXV p. 523.

- 66 - SKINNER, E.W. et PHILLIPS, R.W. - The science of dental materials. 5^a ed. Philadelphia W.B.Saunders Co. 1 960, cap. XXXV p. 584.
- 67 - SOUDER, W. et PETERS, C.G. - An investigation of the physical properties of dental materials. Dental Cosmos 62 (3): 305 - 335, mar. 1 920.
- 68 - SOUDER, W. - The section of dental materials. J. Amer. dent. Ass. 14 (2): 189-199, feb. 1 927.
- 69 - SOUDER, W. - Summary of reports on dental alloys. J.Amer.dent.Ass. 15 (4): 627-630, - apr. 1 928.
- 70 - SOUDER, W. - Physical properties of dental materials. J.Amer.dent.Ass. 16 (10): 1829-1844, oct. 1 929.
- 71 - SOUDER, W. et PAFFENBARGER, G.C. - Physical properties of dental materials. Circular nº 433. National Bureau of Standards. United States Government Printing Office. Washington, 1 942, p. 51.
- 72 - SUFFERT, L.W. - Contribuição ao estudo de algumas propriedades físicas em amálgamas odontológicos. Porto Alegre, 1 958 (Tese Fac. Odont.). p. 57.

- 73 - SWANGER, W.H. - Analysis of dental gold alloys.
J. dent. Res. 7 (4): 373-410 -
dec. 1 927.
- 74 - TAMMANN, G. - Metallography. New York, Chemical
Catalog Co. 1 925, p. 264.
- 75 - TAYLOR, N.O. et alii - Physical properties and
specifications. J. Amer. dent. Ass. 19
(1): 36-53, jan. 1 932.
- 76 - TAYLOR, N.O. et alii - Study of wrought gold -
alloys. Preliminary report. J. Amer.
dent. Ass. 19 (30): 410-414, mar. -
1 932.
- 77 - TYLMAN, S.D. - Gold alloys: an evaluation of re
search data in relation to clinical
requeriment. J. Amer. dent. Ass. 21 -
(8): 1426-1440, aug. 1 934.
- 78 - TYLMAN, S.D. - Protesis de coronas y puentes. -
2a ed. trad. Honorato Villa, México,
Uteha, 1 956, cap. XXXVIII, p. 788.
- 79 - VINES, R.T. - Heat treatment of dental gold -
alloys. J. Amer. dent. Ass. 25 (11):
1817-1821, nov. 1 938.
- 80 - WISE, E.M. et alii - Role platinum metals in den
tal alloys. J. Amer. Inst. Min. of Met.
Engineers. 99 (): 363, 1 932.

81 - WISE, E.M. et Eash, J.T. - The role platinum metals in dental alloys III; the influence of platinum and paladium and - heat treatment upon the microstructure and constitution of basic alloys. J.Amer.Inst.Met.Engineers. 104 (): 276-307, 1 933.

82 - WISE, E.M. - Cast gold dental alloys. American - Society for metals. Metals Handbook. Cleveland, 1 948. p. 1120.

83 - IASSUI, S. et FUKUSHIMA. Shikwa Gakuhe, 31 (): 261-574, 1 926.

* * *

APÊNDICE

9 - TABELAS

TABELA II
"BRUTO-DE-FUSÃO"

Faces	A		B		C	
Corpos	1	2	1	2	1	2
Pastilha 1	28277,0963	75,00	28230,4124	74,88	28229,3511	74,75
		75,00		75,00		75,50
		73,13		75,38		75,69
		75,13		74,94		75,00
		75,75		75,50		74,75
	376,01	28357,6522	375,70	28164,4088	375,69	27978,7376
		74,75		75,25		74,63
		76,78		74,50		74,38
		75,88		75,13		75,13
		74,75		75,13		74,63
		75,38		75,25		75,25
		376,54		375,26		374,02
Faces	D		E		F	
Corpos	1	2	1	2	1	2
Pastilha 1	27476,7002	74,81	27848,5595	74,63	28202,4113	75,00
		75,06		74,88		75,00
		73,56		74,13		74,63
		74,50		74,63		75,00
		70,63		74,88		75,88
	370,56	28155,1733	373,15	28015,2688	375,51	28240,0438
		75,38		75,50		75,00
		75,00		75,25		75,88
		74,88		74,13		75,38
		74,88		74,75		74,75
		75,06		74,63		74,75
		375,20		374,26		375,76
Faces	A		B		C	
Corpos	3	4	3	4	3	4
Pastilha 2	28035,4782	75,50	27225,3819	73,75	24983,1407	71,50
		74,62		74,25		71,87
		76,62		74,00		72,23
		73,25		75,87		71,37
		74,37		71,00		66,12
	374,36	28709,4419	368,87	25814,1088	353,11	25494,4863
		75,00		70,62		72,12
		76,25		71,50		70,25
		75,75		71,62		69,67
		76,12		72,50		72,50
		75,75		73,00		72,23
		378,87		359,24		356,99
Faces	D		E		F	
Corpos	3	4	3	4	3	4
Pastilha 2	27751,5363	75,00	27345,1107	73,12	26663,7907	73,37
		75,37		76,75		72,87
		74,25		70,37		73,12
		74,12		75,12		71,75
		73,75		74,25		74,00
	372,49	27346,6838	369,81	26863,3713	365,11	22383,3119
		74,75		74,00		68,50
		72,50		73,25		70,37
		75,25		72,00		67,00
		73,12		73,62		65,25
		74,12		73,65		64,75
		369,74		366,48		333,97

Medias de durezas obtidas em 6 faces de 18 corpos de prova após fundição. (continua)

TABELA II
"BRUTO DE FUSÃO"

(continuação)									
Faces	A				B				C
Corpos	5		6		5		6		5
Pastilha									
3	27325,1307	74,00	73,37		26826,4363	72,00	73,62		26773,1094
		73,87	74,75			78,00	71,87		
		73,87	75,75			77,87	72,00		
		72,75	76,25			75,37	75,50		
		75,12	77,00			76,25	73,37		
	370,61		377,12		366,36		379,49		365,62
Faces	D				E				F
Pastilha									
3	26489,4919	73,75	71,87		26739,6173	73,87	75,00		21717,1638
		73,25	70,00			71,37	74,62		
		74,50	68,12			73,75	75,12		
		71,25	67,87			72,87	75,75		
		71,12	72,25			73,75	73,37		
	363,87		350,11		365,61		373,86		329,24
Faces	A				B				C
Corpos	7		8		7		8		7
Pastilha									
4	27646,6138	74,62	74,87		26807,1670	72,37	73,87		26551,4788
		72,12	74,00			73,12	74,50		
		73,75	75,00			73,87	73,25		
		75,75	74,87			73,12	73,62		
		75,50	76,87			73,62	75,00		
	371,74		375,61		366,10		370,24		364,24
Faces	D				E				F
Pastilha									
4	24595,2082	71,62	71,50		25214,0226	69,62	71,50		23565,0394
		70,37	70,25			73,12	71,62		
		74,00	67,62			72,68	72,75		
		66,87	68,50			69,75	70,87		
		67,50	66,37			39,87	71,25		
	350,36		344,24		354,98		357,99		343,12

(continua)

TABELA II
"BRUTO-DE-FUSÃO"

(continuação)

Fases		A		B		C	
Corpos		9	10	9	10	9	10
Pastilha 5		27624, 1463	74, 23	28503, 1651	76, 12	26120, 2888	72, 75
			78, 00		76, 00		70, 25
			71, 37		76, 37		73, 37
			74, 50		74, 63		75, 25
			73, 37		74, 37		69, 62
		371, 49	27294, 5882	377, 49	27400, 3244	361, 24	26702, 5888
			75, 87		75, 37		74, 62
			73, 50		73, 75		74, 50
			75, 00		73, 75		75, 00
			72, 62		73, 25		71, 50
			72, 37		74, 00		69, 62
			369, 36		370, 12		365, 24
Fases		D		E		F	
Pastilha 5		28708, 0332	76, 50	28456, 8154	76, 00	21582, 6669	66, 12
			75, 12		75, 87		68, 50
			76, 00		76, 21		62, 75
			75, 62		75, 00		66, 00
			75, 62		75, 12		65, 00
		378, 86	28502, 3813	377, 20	28029, 0585	328, 37	23941, 6195
			75, 00		73, 00		67, 87
			73, 63		75, 50		66, 37
			75, 00		75, 50		70, 12
			75, 00		75, 12		69, 37
			76, 87		75, 21		72, 12
			377, 49		374, 33		345, 85
Fases		A		B		C	
Corpos		11	12	11	12	11	12
Pastilha 6		27786, 7701	73, 37	24393, 0394	70, 00	24942, 1757	70, 62
			74, 75		66, 37		72, 00
			73, 87		72, 00		69, 00
			74, 37		69, 75		70, 37
			74, 37		71, 00		71, 12
		372, 73	25227, 6107	349, 12	27077, 7869	353, 11	26701, 9682
			71, 50		75, 75		71, 50
			68, 87		72, 87		74, 37
			72, 50		74, 75		73, 50
			70, 87		71, 25		72, 87
			71, 37		73, 25		73, 12
			355, 11		367, 87		365, 36
Fases		D		E		F	
Pastilha 6		24930, 9494	70, 50	25862, 1545	75, 12	23145, 4188	74, 12
			69, 00		75, 37		63, 75
			73, 25		77, 62		65, 75
			71, 25		75, 12		67, 75
			69, 12		76, 62		68, 37
		353, 12	28907, 8157	379, 85	25035, 1219	339, 74	21568, 9375
			74, 25		68, 25		65, 25
			75, 62		70, 75		68, 25
			75, 12		71, 75		64, 25
			76, 50		72, 50		67, 50
			78, 62		70, 62		65, 00
			380, 11		353, 87		328, 25

(continua)

TABELA II
"BRUTO-DE-FUSÃO"

(continuação)

Faces	A		B		C	
Corpos	13	14	13	14	13	14
Pastilha 7	28580,4363 76,50 78,87 74,37 75,75 74,50 377,99	24977,9419 70,00 71,73 70,00 71,75 69,87 353,37	27014,4463 73,75 71,62 73,75 74,37 74,00 367,49	28274,5632 67,75 70,50 72,37 73,37 71,37 355,36	23874,1001 69,62 69,62 70,12 65,75 68,12 343,23	26444,2894 72,50 72,50 73,25 72,62 72,75 363,62
Faces	D		E		F	
Pastilha 7	26480,9882 72,50 73,87 73,00 72,62 71,87 363,86	27906,2863 72,75 76,00 75,62 75,25 73,87 373,49	26693,4081 76,62 75,50 77,37 74,37 74,87 378,73	24330,3213 64,62 68,87 73,00 70,50 71,50 348,49	20679,4763 66,37 63,25 64,12 62,75 65,00 321,49	22637,8513 38,50 66,00 67,12 65,25 69,62 336,49
Faces	A		B		C	
Corpos	15	16	15	16	15	16
Pastilha 6	26380,5351 71,12 72,50 68,37 73,87 74,87 362,73	25230,7338 68,25 71,12 72,00 72,75 71,12 355,24	25690,8407 75,00 68,62 70,25 73,87 71,87 359,61	25300,6557 69,00 72,12 71,87 70,12 72,50 355,61	23010,0507 67,37 69,37 68,00 69,12 65,25 339,11	22853,9313 67,50 69,50 66,12 68,00 66,87 337,99
Faces	D		E		F	
Pastilha 6	25242,3094 70,62 68,00 69,00 72,25 74,25 355,12	22513,8263 65,62 68,00 67,25 67,37 67,25 335,49	24212,0788 73,12 70,25 69,75 65,87 68,75 347,74	22967,3938 69,25 70,50 66,50 67,37 65,12 338,74	20185,3357 63,00 61,12 63,62 65,12 64,75 317,61	21351,7288 66,50 64,75 65,25 65,87 64,37 326,74

(continua)

TABELA II
"BRUTO-DE-FUSÃO"

(continuação)

Fases Corpos	A				B				C			
	17		18		17		18		17		18	
Pastilha 9	26696,2138	72,50	25475,8069	70,25	24146,5669	69,87	24298,4663	70,37	26689,5350	75,00	26153,8176	69,37
		75,00		70,87		66,25		69,00		73,75		72,87
		73,50		72,75		70,75		71,25		71,75		67,50
		71,87		72,25		71,25		67,37		74,60		72,87
		72,37		70,75		69,25		70,50		71,50		71,87
		365,24		358,87		347,37		348,49		366,80		354,48
Fases	D				E				F			
Pastilha 9	23244,5938	64,50	24930,3213	71,62	24306,7107	69,37	24929,4226	72,62	19605,2794	62,25	20458,5938	63,00
		70,25		70,00		70,12		70,12		63,25		66,12
		67,12		71,25		69,75		68,37		65,00		65,12
		68,50		68,12		69,12		71,62		61,12		63,75
		70,37		72,00		70,25		70,25		63,00		61,75
		340,74		352,99		348,61		352,98		314,62		319,74

TABELA III

TRATAMENTO TERMO-AMACIADOR

Faces	A		B		C	
Corpos	1	2	1	2	1	2
Pastilha 1	39363, 2537	90, 12	37963, 0769	93, 25	37333, 3526	83, 87
		39, 50		87, 62		87, 62
		88, 87		86, 62		88, 37
		87, 62		88, 50		86, 00
		87, 50		85, 00		87, 87
	443, 61	38568, 6894	433, 37	84, 50	431, 98	85, 87
		88, 00		87, 87		430, 11
		88, 50		437, 73		
		88, 87				
		87, 00				
		439, 12				
Faces	D		E		F	
Pastilha 1	33274, 9319	82, 75	34713, 2407	83, 75	32801, 2507	81, 00
		81, 37		82, 87		79, 87
		80, 50		83, 37		81, 37
		81, 00		83, 50		80, 00
		82, 25		83, 12		80, 87
	407, 87	32037, 9801	416, 61	82, 25	403, 11	80, 37
		79, 62		83, 37		79, 37
		80, 62		411, 11		403, 85
		79, 50				
		79, 87				
		80, 62				
		400, 23				
Faces	A		B		C	
Corpos	3	4	3	4	3	4
Pastilha 2	34993, 5701	85, 62	32602, 7101	81, 00	35236, 7143	81, 31
		84, 37		88, 12		86, 00
		84, 12		80, 62		84, 37
		82, 62		79, 87		83, 37
		81, 50		82, 12		84, 62
	418, 23	36411, 0157	403, 73	83, 82	419, 67	85, 18
		83, 12		80, 25		84, 62
		87, 50		83, 25		81, 61
		85, 87		79, 12		82, 12
		84, 12		81, 25		86, 62
		86, 00		407, 69		420, 35
		426, 61				
Faces	D		E		F	
Pastilha 2	32266, 5294	82, 50	34839, 4782	83, 62	31349, 3682	80, 50
		79, 00		84, 12		80, 62
		80, 00		82, 87		77, 12
		80, 25		82, 75		78, 87
		79, 87		84, 00		78, 75
	401, 82	33008, 9951	417, 36	82, 87	393, 86	79, 87
		82, 37		80, 25		397, 87
		80, 75		80, 37		
		82, 37		84, 12		
		80, 62		83, 50		
		80, 12		82, 87		
		406, 23		411, 11		

Médias de dureza obtidas em 6 faces de 18 corpos de prova.

(continua)

TABELA III
TRATAMENTO TERMO-AMACIADOR

(continuação)

Fases		A		B		C	
Corpos		5	6	5	6	5	6
Pastilha 3	34580, 1682	80,50	86,75	78,75	87,75	88,37	84,43
		81,12	84,00	78,12	86,00	85,25	76,43
		80,87	84,12	81,75	84,37	84,75	84,56
		84,50	85,25	82,37	84,25	86,12	85,50
		88,37	85,37	84,62	85,00	85,87	84,06
		415,63	425,49	405,61	427,37	430,36	414,98
Fases		D		E		F	
Pastilha 3	37149, 5382	90,12	92,00	85,87	89,50	80,37	81,12
		86,37	87,37	89,25	87,50	83,37	80,00
		85,00	83,62	86,75	87,75	81,00	79,73
		74,50	87,87	85,50	86,50	83,50	79,75
		84,87	87,00	85,37	92,00	83,50	78,75
		430,86	437,86	432,74	443,25	411,74	499,37
Fases		A		B		C	
Corpos		7	8	7	8	7	8
Pastilha 4	35713, 5323	82,87	85,25	78,87	80,25	85,56	79,62
		82,00	84,37	82,00	80,75	87,43	80,25
		85,87	87,12	86,25	79,12	87,31	76,37
		85,12	85,00	80,75	80,37	85,06	77,00
		86,62	85,12	83,00	81,50	86,12	82,37
		422,48	426,86	410,87	401,99	431,48	395,61
Fases		D		E		F	
Pastilha 4	34003, 3438	83,37	83,75	87,50	85,62	79,25	82,25
		79,12	84,25	87,00	84,00	79,12	83,12
		83,25	88,75	82,37	84,12	79,50	84,62
		84,00	83,75	86,25	84,75	81,12	84,62
		82,50	85,50	87,12	83,87	80,50	84,62
		412,24	426,00	430,24	422,36	399,49	419,23
Fases		D		E		F	
Pastilha 4	36313, 0000	83,37	83,75	87,50	85,62	79,25	82,25
		79,12	84,25	87,00	84,00	79,12	83,12
		83,25	88,75	82,37	84,12	79,50	84,62
		84,00	83,75	86,25	84,75	81,12	84,62
		82,50	85,50	87,12	83,87	80,50	84,62
		412,24	426,00	430,24	422,36	399,49	419,23

(continua)

TABELA. III

TRATAMENTO TERM-ANACIADOR

(continuação)

Fases		A		B		C	
Corpos		9	10	9	10	9	10
Pastilha 5		87,37	89,87	81,37	86,23	84,62	85,87
		82,75	86,50	84,12	86,00	85,37	86,87
		87,37	90,62	79,87	86,12	85,62	87,12
		87,00	90,87	84,37	86,62	83,75	80,12
		84,75	93,62	86,37	83,50	86,62	87,12
		36886,1388	40792,9128	34654,3420	36726,9913	36296,4326	36519,0570
		429,24	451,48	416,10	428,49	425,98	427,10
Fases		D		E		F	
Corpos		9	10	9	10	9	10
Pastilha 5		83,50	84,87	95,12	91,37	88,62	83,62
		83,12	89,50	94,12	91,25	87,37	82,62
		82,50	88,75	91,62	92,25	84,25	83,00
		83,12	83,75	95,37	91,25	81,75	84,25
		84,87	84,87	92,50	90,75	84,75	84,12
		34630,5457	37306,7088	43952,3001	41747,2269	36450,7088	34881,6057
		416,11	451,74	466,73	456,87	426,74	417,61
Fases		A		B		C	
Corpos		11	12	11	12	11	12
Pastilha 6		86,37	89,37	83,75	85,50	87,87	82,75
		86,37	86,37	83,25	83,62	86,23	87,00
		84,37	87,75	80,12	85,00	89,50	84,50
		89,12	87,12	81,00	85,50	89,25	82,87
		88,75	87,00	76,37	88,00	87,50	81,12
		37856,7876	36305,7307	32757,2163	36581,8044	36792,2619	35004,7036
		434,98	437,61	404,49	427,62	440,37	418,24
Fases		D		E		F	
Corpos		11	12	11	12	11	12
Pastilha 6		87,12	80,37	84,62	85,50	77,37	80,00
		84,00	79,25	82,00	83,75	76,75	79,25
		84,87	80,12	81,37	82,00	80,50	82,75
		84,50	82,37	80,37	88,00	81,12	83,12
		87,12	82,37	82,37	87,25	76,62	79,25
		36578,9557	32728,7476	33749,7751	36404,8750	30308,0082	32717,6219
		427,61	404,48	410,73	426,40	392,36	404,37

(continua)

TABELA III

TRATAMENTO TÊMO-AMACIADOR

(continuação)

Fases		A		B		C	
Corpos		13	14	13	14	13	14
Pastilha 7	37520, 2470	88,62 83,87 83,62 87,62 87,37 433,10	85,00 86,12 82,62 82,62 83,23 419,61	72,62 74,87 73,75 77,00 76,62 376,86	80,12 89,12 83,25 79,62 83,87 415,98	80,00 81,00 79,25 78,50 76,12 394,87	86,00 85,62 86,00 85,00 84,75 427,37
Fases		D		E		F	
Pastilha 7	36302, 9632	84,75 89,37 86,37 82,75 82,62 425,86	79,12 78,12 78,37 79,12 77,50 592,23	82,00 80,00 82,00 83,12 80,25 407,37	86,37 86,12 85,50 87,12 87,62 432,73	79,37 81,87 84,12 82,50 82,25 410,11	87,87 85,50 84,50 80,75 89,62 438,24
Fases		A		B		C	
Corpos		15	16	15	16	15	16
Pastilha 8	34451, 0063	83,37 81,12 82,75 82,50 84,75 414,88	87,62 85,75 85,37 84,31 86,87 426,62	78,87 76,37 80,75 79,62 85,00 400,61	80,75 76,37 78,75 79,17 75,87 391,61	79,75 80,00 77,37 79,50 77,12 393,74	79,50 77,75 77,37 78,00 74,50 387,12
Fases		D		E		F	
Pastilha 8	32817, 1250	83,23 81,00 79,75 80,00 82,00 408,00	78,37 80,87 82,87 82,87 79,87 404,85	83,37 82,25 85,00 82,75 82,25 415,62	84,50 81,62 83,12 82,00 80,62 411,86	85,00 83,62 84,00 82,50 82,25 417,37	80,50 81,50 81,87 82,00 81,37 407,24

(continua)

TABELA III
TRATAMENTO TERMO-AMACIADOR

(continuação)

Fases		A		B		C	
Corpos		17	18	17	18	17	18
Pastilha 9	33132,3244	87,87	84,37	80,25	80,37	83,12	78,37
		82,25	80,75	83,25	80,87	82,62	77,62
		79,75	80,00	80,00	81,12	82,12	77,75
		79,00	83,87	80,00	81,12	82,12	76,50
		77,75	80,75	85,25	87,12	83,62	82,34
	406,62	33425,8538	408,74	33438,1875	410,60	34214,6920	392,61
Fases		D		E		F	
Pastilha 9	31725,0788	80,75	81,00	85,50	85,50	81,12	80,87
		79,87	80,00	85,75	83,50	78,87	80,87
		77,87	79,12	82,37	86,50	78,50	82,00
		79,00	81,62	86,12	85,12	82,75	82,12
		80,75	80,50	84,62	81,50	81,75	82,12
	398,24	32363,0488	402,24	33025,5282	422,12	32493,8063	407,98

TABELA IV
TRATAMENTO TERMO-ENDURECEDOR

Fases		A		B		C	
Corpos		1	2	1	2	1	2
Pastilha 1	27936, 6351	74,75 74,37 75,87 74,62 74,12 373,73	73,37 73,87 73,75 75,75 74,12 368,86	75,12 75,50 75,62 74,37 76,00 376,61	75,12 75,12 75,50 74,50 74,00 372,24	74,25 75,00 73,00 72,75 72,12 367,12	75,87 75,37 74,25 75,12 73,75 372,36
Fases		D		E		F	
Pastilha 1	28216, 7307	75,00 75,25 75,37 75,12 74,87 375,61	75,37 75,62 75,50 75,37 75,50 377,36	75,12 74,75 75,50 74,50 74,12 373,99	75,50 74,62 75,75 75,00 75,50 376,37	71,75 72,12 71,62 72,12 72,37 359,89	72,12 72,37 72,12 72,37 71,62 360,60
Fases		A		B		C	
Corpos		7	8	7	8	7	8
Pastilha 4	26993, 9232	74,50 73,75 72,87 74,87 75,37 367,36	74,50 74,87 75,00 74,75 74,75 373,87	75,12 74,50 75,62 74,25 75,50 372,99	75,75 74,75 75,12 75,75 75,37 376,74	73,50 72,50 73,37 73,37 73,50 366,24	75,62 75,62 73,00 75,50 75,75 375,49
Fases		D		E		F	
Pastilha 4	28161, 5338	75,50 74,75 75,25 74,62 75,12 375,24	75,37 75,25 75,27 75,12 76,00 377,11	75,62 75,87 75,97 74,25 73,00 374,61	74,62 75,25 76,12 76,00 74,50 376,49	71,75 71,00 72,75 71,00 73,50 360,00	73,75 70,25 71,00 72,00 74,00 361,00
Pastilha 4	28442, 8507	75,50 74,75 75,25 74,62 75,12 375,24	75,37 75,25 75,27 75,12 76,00 377,11	75,62 75,87 75,97 74,25 73,00 374,61	74,62 75,25 76,12 76,00 74,50 376,49	71,75 71,00 72,75 71,00 73,50 360,00	73,75 70,25 71,00 72,00 74,00 361,00

Medias de dureza obtidas em 6 faces de 18 corpos de prova.

(continua)

TABELA VI

TRATAMENTO TERMO-ENDURECEDOR

(continuação)

Fases		A		B		C	
Corpos		13	14	13	14	13	14
Pastilha 7	26079, 1713	73,62	75,25	75,12	75,12	68,25	75,00
		73,00	75,37	74,37	74,75	74,00	68,50
		68,62	76,25	72,25	75,12	73,62	74,50
		72,75	75,50	73,12	75,12	71,62	74,50
		73,00	75,50	73,87	75,50	68,25	75,75
		360,99	377,87	368,73	375,61	365,74	368,25
Fases		D		E		F	
Pastilha 7	27678, 5313	73,00	71,75	75,12	73,75	75,25	74,25
		74,87	74,37	74,62	68,12	75,37	75,00
		74,00	74,75	75,12	68,75	76,00	74,87
		75,00	72,87	74,00	74,50	75,25	74,87
		75,12	75,00	74,75	75,00	75,37	73,62
		371,99	368,74	373,61	360,12	377,24	372,61
Fases		A		B		C	
Corpos		3	4	3	4	3	4
Pastilha 2	23901, 7507	68,12	68,67	62,00	70,62	69,00	64,25
		68,37	66,50	66,00	71,75	67,62	62,12
		68,75	68,00	66,62	68,25	66,12	65,00
		68,12	65,62	65,50	68,25	62,87	67,25
		72,25	69,12	69,50	68,12	63,50	62,25
		345,61	338,11	329,62	346,99	329,11	320,87
Fases		D		E		F	
Pastilha 2	22032, 2382	65,75	66,75	74,00	68,00	70,00	69,75
		67,37	69,00	74,12	68,87	70,00	66,12
		67,62	65,37	70,00	68,25	69,00	70,00
		66,50	66,00	69,87	68,00	68,50	68,00
		64,62	66,37	70,87	76,87	69,12	68,00
		351,86	336,49	358,86	340,99	346,62	341,87

(continua)

TABELA IV

TRATAMENTO TERMO-ENDURECEDOR

(continuação)

Faces	A				B				C			
Corpos	9		10		9		10		9		10	
Pastilha 5	23919,4407	73,75 69,37 68,12 66,87 67,50 343,61	23788,7332	70,12 69,25 69,25 67,87 68,37 344,86	21912,7188	69,50 63,12 68,12 63,00 67,00 330,74	22314,5326	65,87 67,12 65,37 67,12 68,50 335,98	21066,0663	63,87 67,00 65,50 64,23 63,87 324,49	20752,4613	65,50 67,50 62,62 63,25 63,12 321,99
Faces	D				E				F			
Pastilha 5	22649,6013	66,75 67,00 68,12 68,62 68,00 336,49	22910,6182	68,87 68,50 68,62 64,50 67,87 338,36	21208,1087	65,00 64,37 64,12 66,50 65,62 325,61	21774,8482	66,87 64,73 68,62 65,62 64,00 329,86	24046,8338	68,73 69,50 69,62 70,00 68,87 346,74	24628,5619	71,00 68,00 70,25 71,25 70,37 350,67
Faces	A				B				C			
Corpos	15		16		15		16		15		16	
Pastilha 8	21688,3001	68,62 64,87 65,12 65,12 65,50 426,23	22030,1719	67,75 66,25 65,62 66,00 66,23 331,87	21142,1507	65,37 64,62 69,50 65,87 65,73 323,11	21033,1638	63,50 63,73 65,87 66,50 64,62 324,24	19957,8862	62,62 62,00 61,37 61,25 60,62 307,86	19458,2095	62,62 62,12 64,37 60,37 62,37 311,85
Faces	D				E				F			
Pastilha 8	20392,1250	62,62 63,50 63,50 63,73 64,00 320,50	21109,4289	65,50 62,12 65,50 64,23 65,50 324,87	20932,7363	63,12 65,12 65,73 63,23 64,37 323,49	21764,2482	65,00 63,37 63,00 66,25 66,12 329,86	21192,6613	67,12 65,00 65,00 66,73 64,12 325,48	21853,2500	64,62 64,00 67,00 67,00 67,00 330,50

(continua)

TABELA IV

TRATAMENTO NORMO-ENDURECIMENTO

(continuação)

Fases		A		B		C						
Corpos	5	6	5	6	5	6						
Pastilha 3	26460,5901	72,62 72,12 72,75 73,12 73,12 363,73	73,75 73,00 72,50 74,50 73,12 366,87	26921,0969	23131,8763	70,75 67,62 66,25 66,62 68,75 339,99	66,00 65,12 66,75 66,12 66,87 330,86	21895,6282	21414,2182	65,00 63,37 64,62 67,00 67,37 327,36	22715,8632	65,75 66,87 65,25 70,62 68,37 336,86
Fases		D		E		F						
Pastilha 3	23259,9613	66,50 69,62 68,62 68,25 68,00 340,99	69,75 68,50 68,50 68,00 70,00 344,75	23773,5625	25414,2869	72,75 72,87 71,75 70,75 68,25 356,37	71,75 71,00 69,62 69,37 69,37 351,11	24660,4007	25991,6563	71,37 72,75 72,37 72,00 72,00 360,49	28575,2500	71,50 73,00 73,00 73,00 74,00 364,50
Fases		A		B		C						
Corpos	11	12	11	12	11	12						
Pastilha 6	21782,8776	65,37 64,87 67,75 66,62 65,37 329,98	66,75 72,12 68,62 68,62 69,87 345,98	23956,0826	21911,6576	66,87 65,50 66,87 65,37 66,37 330,98	68,25 67,62 66,50 68,37 68,00 338,74	22951,2338	21696,3637	67,00 63,75 67,12 68,68 62,62 329,17	21635,1338	63,75 67,50 64,62 64,00 68,87 328,74
Fases		D		E		F						
Pastilha 6	22941,3207	66,25 68,50 66,87 70,12 66,87 338,61	65,00 65,37 65,25 65,25 65,37 326,24	21266,5988	26907,4044	73,62 74,37 69,00 75,50 74,00 366,62	67,00 65,00 63,75 64,00 64,25 324,00	21002,1250	22345,0307	70,00 67,00 69,37 71,00 68,37 345,74	23794,1469	70,00 69,00 68,12 70,50 67,25 344,87

(continua)

TABELA IV
TRATAMENTO TERMO-ENDURECEDOR

(continuação)

Fases		A		B		C	
Corpos		17	18	17	18	17	18
Pastilha 9	24321,0244	68,25	70,37	65,00	69,00	67,87	68,12
		69,25	71,25	64,12	62,25	65,25	67,37
		67,87	75,00	73,25	69,12	64,75	66,87
		72,25	74,75	65,12	68,62	65,37	67,37
		71,00	70,62	64,50	66,75	65,12	65,12
		348,62	361,99	324,49	345,74	328,63	334,85
Fases		D		E		F	
Pastilha 9	21961,6669	66,00	68,25	75,25	75,62	64,37	58,00
		66,00	64,62	75,25	75,12	70,37	67,25
		66,12	64,62	74,75	75,50	66,87	67,00
		66,50	65,62	75,00	75,00	67,00	68,37
		66,75	64,75	75,00	74,75	67,00	68,00
		331,37	323,86	375,25	375,99	335,61	338,62
	21239,0982			28274,2113		22934,0194	

10 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

6.2 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

RELATÓRIO

ANÁLISE DA VARIÂNCIA DOS DADOS DE "BRUTO-DE-FUSÃO"

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Pastilhas	8	1.683,8506	210,4813	39,57***
Corpo de prova d. pastilhas	9	1.673,9050	183,9894	34,97***
Faces dentro do corpo de prova.	90	988,3760	10,9819	2,06**
Resíduo	432	2.297,5772	5,3185	

Como vemos, as pastilhas diferem, ao nível de 0,1% de probabilidade, uma das outras. Há também, diferença significativa entre os corpos de prova dentro das pastilhas ao nível de 0,1% de probabilidade, assim como existe diferença significativa das faces dentro dos corpos de prova.

TRATAMENTO TERMO-AMACIADOR

ANÁLISE DE VARIÂNCIA

TRATAMENTO TERMO-AMACIADOR

ANÁLISE DA VARIÂNCIA

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo de tratamento	2	645,3346	322,6673	2,75
Dentro do tempo de tratamento.	6	704,2179	117,3696	
Corpos de prova dentro pastilhas.....	9	125,0107	13,8901	0,42
Faces	5	1.024,4596	204,8919	6,25**
Faces x Corpos de prova	85	2.797,0868	32,9069	9,33***
Determinação dentro de faces .	432	1.523,4495	3,5265	

O componente "Tempo de tratamento" foi testado em relação ao componente "Dentro de tempo de tratamento" e não se mostrou significativo. Portanto, podemos dizer que não há diferença significativa entre os diversos tempos de tratamento, cujas médias, tôdas com erro padrão de 0,81, são as seguintes:

20 minutos - 84,58

10 minutos - 83,68

30 minutos - 81,94

Os componentes "Corpos de prova dentro de pastilhas" e "Faces", foram testados em relação a in-

teração "FACES x CORPOS DE PROVA". Somente o componente "FACES" mostrou efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade. Diante disto, podemos dizer que há diferença significativa de uma face para outra, sendo suas médias, todas com erro padrão de 0,60, dadas abaixo:

A - 85,37
E - 85,11
C - 83,28
D - 82,57
B - 82,35
F - 81,73

A diferença mínima significativa, calculada pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, foi de 2,47. Por esta diferença, vemos que a face A difere das faces D, B e F, mas não difere das faces E, e C. A face E difere das faces D, B e F, mas não difere das faces A e C. A face C não difere significativamente de nenhuma de outras faces.

NOTA: Um asterisco indica significância ao nível de 5% de probabilidade; 2 asteriscos ao nível de 1% e 3 ao nível de 0,1% de probabilidade.

TRATAMENTO TERMO-ENDURECEDOR

TRATAMENTO TERMO-ENDURECEDOR

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo de tratamento amaciador (A)	2	184,0778	92,0389	1,32
Tempo de tratamento endurecedor - (B)	2	5.578,3028	2.789,1514	40,14***
A x B	4	277,9323	69,4831	
Corpos de prova dentro de pastilhas	9	68,1869	7,5763	0,40
Faces	5	589,4245	117,8849	6,29***
Faces x Corpos de prova	85	1.592,9435	18,7405	0,38
Determinações dentro das faces ..	432	21.192,5546	49,0568	

Os componentes "Tempo de tratamento amaciador" e "Tempo de tratamento endurecedor" foram testados em relação a interação entre esses dois componentes, tendo se mostrado significativo ao nível de 0,1% o componente "tempo de tratamento endurecedor", cujas médias, todas com erro padrão de 0,62 são:

1 - 4 - 7	74,18
3 - 6 - 9	68,67
2 - 5 - 8	66,56

A diferença mínima significativa, calculada

pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, foi de 3,10. Pela diferença achada, concluímos que o grupo de pastilhas 1 - 4 - 7 difere significativamente dos dois outros grupos.

Os componentes "Corpos de prova dentro de pastilhas" e "Fases" foram testados em relação a interação "Fases x Corpos de prova" e somente o componente "Fases" é que se mostrou significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

As médias das faces, todas com erro padrão de 0,46, são as seguintes:

E - 71,03
A - 70,83
F - 70,26
B - 69,38
D - 69,36
C - 67,96

A diferença mínima significativa, calculada pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, foi de 1,89. Por esta diferença vemos que a face E só difere significativamente da face C. As faces A e F diferem significativamente da face C. As faces B, D e C não diferem significativamente entre si.

RELATÓRIO DAS ANÁLISES ESTATÍSTICAS DAS DIFERENÇAS ENTRE AS TRÊS FASES.

Diferença entre a 2ª e a 1ª fases

Análise da Variância

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Média	1	69.781,5586	69.781,5586	924,75***
Resíduo	17	1.282,8192	75,4599	

Diferença entre a 3ª e a 1ª fases

Análises de Variância

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Média	1	22.866,8497	22.866,8497	7,45
Resíduo	17	52.163,9785	3.068,4693	

Diferença entre a 3ª e a 2ª fases

Análises de Variância

CAUSA DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Média	1	973.323,2410	973.323,2410	231,08***
Resíduo	17	71.605,0990	4.212,0646	

Pelas análises de variância, vemos que há diferença entre a 1ª fase e a 2ª, entre a 1ª e a 3ª e entre a 2ª e a 3ª.

M É D I A S

1ª fase 71,84

2ª fase 83,40

3ª fase 69,81

As médias das pastilhas de "Bruto-de-fusão",
tôdas com erro padrão de 0,30, são:

<u>PASTILHAS</u>	<u>MÉDIA</u>	
1	74,96	
5	73,28	
2	72,84	
3	72,59	Diferença mínima signi- ficativa, calculada pe- lo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.
6	71,64	
4	71,62	
7	71,39	
9	69,48	
8	68,86	$\Delta = 1,32$

As médias das pastilhas T.T.A., tôdas com
erro padrão de 0,38, são:

<u>PASTILHAS</u>	<u>MÉDIA</u>	
5	86,60	
3	84,58	
1	84,34	
6	83,82	
4	83,31	$\Delta = 1,67$
7	82,90	
2	82,10	
9	81,65	
8	81,28	

As médias das pastilhas de T.T.E., tôdas com
êrro padrão de 0,68, são:

<u>PASTILHAS</u>	<u>MÉDIA</u>	
4	74,28	
1	74,25	
7	74,02	
3	69,73	
9	88,78	$\Delta = 2,98$
2	67,78	
6	67,49	
5	67,16	
8	64,75	

* * *
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FARMÁCIA E ODONTOLOGIA
DE PIRACICABA

BIBLIOTECA