

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

BENTO ANTONIO DE MORAES NETO
Cirurgião Dentista

INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE COCCÕES SOBRE A
RUGOSIDADE SUPERFICIAL DA PORCELANA ODONTOLÓGICA

Orientador: Prof. Dr. WOLNEY LUIZ STOLFF

Tese apresentada a Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campi-
nas, para obtenção do título de
Mestre em Ciências - Área de Ma-
teriais Dentários.

*Este exemplar foi
devolvido somente corrigido
com forçosa reavaliação
e c. P. B. / 03 / 8.3
Piracicaba, 26 de Novembro de 1991
[Signature]*

PIRACICABA - S. P.

1991

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

MANEIRAS

Agradeço ao Senhor Deus, por me permitir mais uma vitória nessa vida, e fazer-me compreender que os obstáculos devem ser sempre enfrentados com coragem e amor, a fim de darmos um valor correto as nossas realizações.

(Ofereço)

DEDICAÇÃO ESPECIAL

Dedico este trabalho a meus pais Paulo e Glória, pelo amor, carinho e compreensão recebidos, pela felicidade de partilhar de sua companhia e de poder dizer com orgulho que sou seu filho, obrigado.

Dedico este trabalho a uma pessoa muito especial, que soube me compreender e me apoiar nos momentos mais difíceis e decisivos. Uma pessoa que faz parte de mim e a qual amo com todas as forças, pois é ela que dá sentido a minha vida. Obrigado Regina, por tudo.

Ao Prof. Dr. WOLNEY LUIZ STOLF, orientador do trabalho de Tese, pelos esforços e conselhos dados no transcorrer do trabalho e principalmente pelo apoio recebido durante todo o curso, sempre honesto e sincero, um grande compa_unheiro e amigo. Obrigado.

(Ofereço)

Ao Prof. Dr. FREDERICO ANDRADE E SILVA, responsável direto pelo meu ingresso na carreira acadêmica, sempre me incentivando, aconselhando, dando sugestões e auxiliando nas horas certas, pessoa a quem estimo e terei a oportunidade de conviver e trabalhar juntos, muito obrigado, meu amigo Fred.

(Ofereço)

AGRADECIMENTOS

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários LUIZ ANTONIO RUHNKE e SIMONIDES CONSANI, responsáveis pelo meu bom desenvolvimento visando a minha carreira de docente e pesquisador da Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

Ao Prof. Dr. MARIO FERNANDO DE GÓES, por ter vislumbrado a possibilidade da elaboração deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao funcionário VILSON BALDASSO do Centro de Tecnologia - UNICAMP, pela execução das medidas de rugosidade superficial e sobretudo por ser sempre solícito e atencioso.

Aos funcionários da Disciplina de Materiais Dentários, Sr. ADARIO CANGIANI e PEDRO SÉRGIO JUSTINO, por estarem sempre dispostos e disponíveis durante todo o transcorrer do Curso.

Ao funcionário ALEXANDRE ROCHA ARBEX, pelo serviço de digitação da Tese.

Ao funcionário ELISEO APARECIDO BERTTI, pela realização dos desenhos da Tese.

A Firma Degussa S/A, pelo fornecimento da liga Resistal P utilizada neste trabalho.

A Firma LABORDENTAL LTDA, pelo fornecimento da porcelana WILLCERAM e da Liga Litecast-B utilizada neste trabalho.

Aos colegas, pelo convívio e amizade durante o transcorrer do Curso.

A todos que participaram e contribuíram para a confecção deste trabalho.

ÍNDICE

I	- INTRODUÇÃO	02
II	- REVISTA BIBLIOGRÁFICA	07
III	- PROPOSIÇÃO	31
IV	- MATERIAIS E MÉTODO	33
V	- RESULTADOS	62
VI	- DISCUSSÃO	70
VII	- CONCLUSÕES	75
VIII	- RESUMO	77
IX	- SUMMARY	80
X	- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
XI	- APÊNDICE	88

I - INTRODUÇÃO

I - INTRODUÇÃO

Atualmente, a reconstituição da estrutura dentária perdida, ocasionada por processo infeccioso ou fraturas acidentais é feita por meio de materiais restauradores estéticos, visando restabelecer a forma, função e aproximar-se ao máximo da estética dos dentes naturais.

PODSHADLEY e HARRISON²⁰ pesquisaram a resposta inflamatória formada sobre e ao redor das próteses fixas, em tecidos de ratos, e constataram que a porcelana odontológica vitrificada apresentou a menor irritação, e havia necessidade também de um acabamento perfeitamente liso, pois a porcelana odontológica sem vitrificação provocou uma resposta inflamatória severa.

Verificando a literatura especializada, percebemos a importância dada pelos diversos autores ao acabamento aprimorado das restaurações, a qual teria a finalidade de diminuir a presença da placa bacteriana e de fatores irritantes que favorecem o acúmulo da mesma, o que ocasiona a gengivite. CARRANZA¹⁰.

CHAN e WEBER¹¹, demonstraram num estudo comparativo, que os materiais restauradores estéticos utilizados nas coroas artificiais diferem em relação a sua capacidade de reter placa bacteriana. Em ordem crescente de acúmulo de placa, coroas completas de porcelana apresentaram o menor índice, seguidas das coroas de metalocerâmica, dentes naturais, restaurações de ouro fundidas e co

noas Venneer de acrílico.

Segundo MONASKY e TAYLOR¹⁸, o acabamento da porcelana odontológica é importante, também com relação aos desgastes provocados pelo contato oclusal, pois porcelanas odontológicas com superfícies rugosas produziram excessivos graus de desgaste nas superfícies do ouro e esmalte dental testados, desgaste este menos acentuado em porcelanas auto-vitrificadas.

É de aceitação corrente que, dentre os materiais restauradores estéticos, a porcelana odontológica é o que apresenta as melhores características quanto a durabilidade, resistência a abrasão e estética, apresentando ainda ótima tolerância com os tecidos gengivais, o que a permite igualar e manter a semelhança com os dentes naturais por longos períodos de tempo, FERNANDES, ROSELINO e CAMPOS¹³.

BARGHI, KING e DRAUGHN⁰⁴ e BARGHI, ALEXANDER e DRAUGHN⁰³, estabeleceram que o acabamento da porcelana odontológica utilizada como material restaurador deve ser a vitrificação. A porcelana odontológica sem vitrificação final proporciona uma rugosidade superficial, com conseqüente acúmulo de placa dental, baixa tolerância dos tecidos gengivais, além de ser altamente abrasiva, provocando desgastes significativos nas superfícies opostas, uma vez estabelecido o contato oclusal.

Em função de se determinar procedimentos alternativos para uma rugosidade superficial semelhante a da porcelana com vitrificação natural, técnicas de polimento e acabamento da porcelana odontológica, através de instrumentos rotatórios, vem sendo desenvolvidas e testadas nos últimos anos sobre sua eficácia, e de acordo com SULIK e PLEKAVICH²³, SMITH e WILSON²² e KLAUSNER, CARTWRIGHT e CHARBENEAU¹⁵ as técnicas por eles pesquisadas, obtiveram, como resultado final, ótima lisura superficial.

A vitrificação natural, segundo BARGHI⁰², trata-se do desmoronamento da matriz, que possui grande fluidez, possibilitando a sua migração até a superfície da massa da porcelana onde irá proporcionar a lisura a mesma. Observou ainda, que repetidos desgastes e cocções poderiam levar ao seu esgotamento com a consequente formação de uma estrutura cristalina, que ocasionaria a capacidade de migração para a superfície da massa da porcelana, tornando-a inadequada para propiciar sua auto-vitrificação.

Segundo McLEAN¹⁷, a "sobre-vitrificação", ou seja, vitrificação de uma porcelana já vitrificada, poderia ocasionar "descascamento" e/ou falhas na superfície da mesma, prejudicando dessa forma sua lisura superficial, propiciando maior acúmulo de placa bacteriana.

Em 1984, segundo COOK, GRISWOLD e POST¹², as técnicas de vitrificação classificam-se em: 1º - Vitrificação natural, que resulta da vitrificação da superfície do corpo da porcelana quando

esta é aquecida a uma temperatura de vitrificação. 2° - Vitrificação induzida, variação da Vitrificação natural, produzida pela aplicação de pequena quantidade de vidros cerâmicos de baixa fusão à superfície. 3° - Vitrificação aplicada, também conhecida como sobre-vitrificação de baixa temperatura, é a aplicação uniforme de um pó viscoso, (vitrificante de baixa fusão mais utilizado para correção) e cocção na temperatura de sinterização.

Para se evitar que ocorram falhas e/ou fracassos durante os procedimentos de confecção e acabamento, de acordo com PHILIPS¹⁰, o coeficiente de expansão térmica do vitrificante superficial deve ser ligeiramente inferior ao do corpo da porcelana ao qual é aplicado. Se o coeficiente de expansão térmica do vitrificante superficial for maior que o do corpo, ele esfriará sob tração radial, e as tensões resultantes podem causar fendas na superfície. Por outro lado, se o coeficiente de expansão térmica do vitrificante de superfície for consideravelmente inferior ao do corpo da porcelana, tensões de compressão poderão causar fraturas no vitrificante, conhecidas como descascamento.

Assim, decidimos estudar por intermédio da rugosidade superficial, uma característica da porcelana odontológica, que pode ser alterada pelo número de cocções.

II - REVISTA BIBLIOGRÁFICA

II - REVISTA BIBLIOGRÁFICA

PODSHADLEY e HARRISON²⁰ em 1966 pesquisaram a resposta inflamatória formada sobre e ao redor das próteses parciais fixas. Os materiais utilizados foram: porcelana vitrificada e não vitrificada, ouro polido e sem polimento, resina acrílica polida e sem polimento. Utilizaram 18 ratos jovens nos quais eram feitos uma incisão horizontal de 4,0 mm no dorso médio da coluna vertebral, por onde era inserido o corpo de prova até o local do implante (tecido adiposo), com o auxílio de uma seringa e êmbolo preparados para isso. Além desses materiais, foram inseridos corpos de prova de cimento de óxido de zinco e eugenol a fim de se obter uma resposta inflamatória severa, a ser utilizada na escala de resposta inflamatória dos tecidos para os materiais testados. Não houve necessidade de suturas. Os animais foram sacrificados após 2, 18 e 32 dias e os materiais foram localizados através de apalpação e removidos juntamente com blocos de tecidos de aproximadamente 1,0 cm³. A seguir, foram fixados usando-se solução de Bouin. Os tecidos foram preparados histologicamente e com o auxílio de fotomicrografias pode-se constatar que a porcelana vitrificada foi a que apresentou a menor irritação, e que é importante um acabamento perfeitamente liso, pois ocorreu resposta inflamatória severa na porcelana sem vitrificação, no ouro sem polimento e na resina acrílica sem polimento.

Em 1969, MacCULLOCH¹⁶ examinando uma série de porcelanas para esmalte, dentina e opaco, porcelanas de alta, média e baixa fusão, e metalo-cerâmicas de ouro, onde as amostras foram submetidas a análise química, difração de raio-X e análise espectrográfica, estabeleceu que as propriedades mecânicas da porcelana dependem da fase vítrea presente e do tipo e conteúdo de material cristalino remanescente na fase vítrea após a cocção. A aparência natural foi obtida quase independentemente do conteúdo da fase cristalina presente junto a cocção da porcelana.

Em 1971, MONASKY e TAYLOR¹⁸ avaliaram o grau de desgaste do esmalte dos dentes e ouro quando em oposição a porcelana, submetida a diferentes acabamentos. O método consistiu de contatos intermitentes, propiciado por equipamento específico, entre as amostras imersas em solução de saliva artificial. As amostras de esmalte dental foram obtidas da superfície labial dos incisivos centrais superiores e passaram por desgastes com abrasivos metalográficos e finalmente polidos com óxido de alumínio de 1,0 μm . As ligas de ouro foram fundidas e o acabamento foi feito de maneira semelhante. Todas as amostras de porcelana foram coccionadas a vácuo e o acabamento efetuado de acordo com as indicações do fabricante. Em seguida, foram planificadas através de abrasivos metalográficos de granulação 240, e divididas em 4 grupos: no primeiro grupo as amostras eram auto-vitrificadas e utilizadas nessa condição; no segundo grupo eram auto-vitrificadas e então sofriam acabamento com abrasivos de granulação 240; no terceiro grupo sofriam desgastes com abrasivos de granulação 240, a seguir eram

auto-vitrificadas, e depois sofriam acabamento com abrasivos de granulação 400; no quarto grupo sofriam desgastes com abrasivos de granulação 400 e a seguir eram auto-vitrificadas. Os resultados obtidos levaram a conclusão que as porcelanas com superfícies rugosas produziram excessivos graus de desgaste nas superfícies do curo e esmalte dental quando em contato oclusal, e se a superfície da porcelana vitrificada for fraturada esta deve ser novamente polida.

Em 1975, BARGHI, KING e DRAUGHN⁰⁴ compararam através de microscopia eletrônica de varredura a aparência superficial das porcelanas coccionadas à vácuo e sem vácuo, com várias alterações que são semelhantes em seus aspectos práticos para o tratamento das restaurações. Trinta e seis amostras de porcelana, com tamanho de 12 mm de largura por 18 mm de comprimento, sendo 18 coccionadas a vácuo e 18 sem vácuo, foram expostas a cocção de "alto bisque". O forno foi calibrado e o tempo e temperatura utilizados de acordo com instruções do fabricante. Ambos tipos de amostras coccionadas a vácuo e sem vácuo foram divididas em seis grupos de três, que foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1° - sem polimento; 2° - polida com finos discos de lixa; 3° - polidas com discos de lixa e borrachas abrasivas; 4° - polida com discos de lixa, borrachas abrasivas e trijato (TRIPOLI); 5° - polido com discos de lixa, borrachas abrasivas e "kit" para polimento e acabamento da porcelana (Dentsply Int.); e 6° - polida com discos de lixa, borracha abrasiva, e trijato e a seguir levado para uma média vitrificação pela cocção sem vácuo. As superfícies foram estu

dadas através da microscopia eletrônica de varredura com aumentos de 30x, 100x, 200x e 2.000x. Realizaram fotomicrografias das 36 amostras e prepararam outras 36 amostras sobre condições idênticas para verificar a reprodutibilidade dos procedimentos. Os resultados mostraram que: 1° - a superfície da porcelana sem polimento, com alta temperatura de cocção tem melhor aparência de lisura; 2° - o tratamento da superfície da porcelana com discos de lixa criaram uma superfície rugosa com exposição de bolhas; 3° - a rugosidade da superfície da porcelana após desgaste é aumentada com o uso de polidores médios; 4° - boa lisura de superfície não é obtida sem que após os procedimentos de polimento seja feita uma vitrificação final; 5° - em cada estágio do polimento, a porcelana queimada a vácuo tem maior lisura superficial do que a porcelana queimada sem vácuo. As conclusões são que as porcelanas coccionadas a vácuo tem maior lisura superficial, como visto microscopicamente, do que as coccionadas sem vácuo. A ausência relativa de bolhas na aparente forma da porcelana, permite que esta seja desgastada e polida para um acabamento superior. Entretanto este estudo mostra que das técnicas de polimento usuais, uma vitrificação final apresenta a superfície mais aceitável.

BARGHI, ALEXANDER e DRAUGHN⁰³ em 1976 estudaram se o acabamento ou não, efetuado antes da vitrificação afeta a textura superficial final da porcelana vitrificada e examinaram algumas diferenças entre a aparência natural da superfície e a vitrificação de baixa-fusão. 60 amostras de tamanho uniforme, com 8,0 mm de largura, por 12,0 mm de comprimento foram preparadas seguindo as

recomendações dos fabricantes. 30 amostras foram sinterizadas a vácuo e as outras 30 sem vácuo. Cada grupo de 30 amostras foi então subdividido em 4 grupos e receberam os seguintes tratamentos: 1° - 3 amostras condicionadas em "alto bisque"; 2° - 9 amostras receberam acabamento com pedras abrasivas; 3° - 9 amostras receberam acabamento com pedras abrasivas seguidos pelos discos de lixa de papel; e 4° - 9 amostras receberam acabamento com pedras abrasivas, discos de lixa e borrachas abrasivas. A superfície de cada amostra foi examinada através de microscopia eletrônica de varredura. Obteve-se também fotomicrografias com 140x de aumento para comparação das superfícies. Os resultados confirmam estudos prévios que mostraram que pedras abrasivas são efetivas na redução da massa da porcelana, no entanto expõem porosidade e criam profundos riscos. Discos de lixa e borrachas abrasivas reduzem a rugosidade superficial, mas o tratamento superficial com borrachas abrasivas não o aproxima da lisura superficial da vitrificação. Também as porcelanas queimadas a vácuo são menos porosas do que as coccionadas sem vácuo. Além disso mostraram que a lisura superficial resulta da vitrificação das superfícies relativamente rugosas deixadas pelas pedras abrasivas ou da relativa lisura superficial deixada pelas borrachas abrasivas. Portanto, o tratamento superficial da porcelana, antes da vitrificação, não afeta a lisura superficial após a vitrificação final. Há também aparentemente tendência em direção a uma superfície levemente mais lisa com vitrificação de baixa fusão quando comparada a vitrificação natural. As conclusões são que a lisura superficial da porcelana pode ser obtida pela vitrificação após o desgaste, não havendo ne

cessidade de discos de lixa ou polimento com borrachas abrasivas. É também que uma vitrificação de baixa fusão resulta em uma superfície levemente mais lisa do que a vitrificação natural. Os vitrificantes de baixa fusão podem ser adicionados em qualquer estágio do polimento e os resultados devem ser os mesmos.

Em 1978, BARGHI e RICHARDSON⁰⁵ partindo do princípio que repetidas cocções da porcelana dental durante fabricação e caracterização poderiam mudar a tonalidade da porcelana, propuzeram-se a: 1° - verificar o desempenho através de microscopia eletrônica de varredura de 4 tipos de ligas de metais preciosos que são utilizados para restaurações metalo-cerâmica; 2° - comparar as tonalidades de cor das porcelanas nos 4 diferentes tipos de ligas de metais preciosos usados; 3° - determinar o efeito de repetidas cocções na tonalidade de cor na região da união porcelana-metal; e 4° - examinar as superfícies da união metal-porcelana durante e após repetidas cocções. Setenta e duas (72) amostras, 18 de cada liga metálica, com tamanhos uniformes de 8,0 mm de largura x 12,0 mm de comprimento x 0,5 mm de espessura foram obtidos por processo de fundição. Todas ligas metálicas receberam o mesmo tratamento superficial (acabamento e polimento). As superfícies de cada liga metálica foram submetidas a microscopia eletrônica de varredura antes e após o acabamento e polimento para identificar suas características. Fotomicrografias com amplitude de 200x e 1.000x foram obtidas para comparação das superfícies. Para padronizar o tamanho e forma das amostras de porcelana, foi confeccionada uma matriz de alumínio com forma cilíndrica, onde a amostra

era encaixada para receber a porcelana e um êmbolo. A aplicação da porcelana sobre a parte metálica do corpo de prova, que estava fixo na parte inferior da matriz de alumínio, foi realizada de acordo com as recomendações dos fabricantes, através da condensação pelo êmbolo da matriz de alumínio. Após a cocção, as amostras (metal e porcelana) foram submetidas a pontas abrasivas, limpeza através de ultra-som e induzidas à vitrificação sem vácuo. De cada liga de metal precioso foram separados nove sub-grupos com duas amostras cada. O primeiro sub-grupo de cada uma das ligas metálicas foi usado como descrito anteriormente, somente com acabamento e polimento sem receber a porcelana, enquanto os outros grupos passaram novamente por desgastes, limpeza e nova vitrificação. Completando-se cada nova vitrificação eram retirados dois corpos de prova de cada liga metálica, a fim de se formar os novos grupos. Foram feitos 8 novos procedimentos de acabamento e vitrificação, completando os 9 grupos. Seis profissionais técnicos observaram as amostras sobre luz natural e artificial e as amostras foram submetidos a microscopia eletrônica de varredura com aumentos de 200x e 100x, para a obtenção das fotomicrografias. Os resultados permitiram as seguintes observações: 1° - os 4 tipos de metais preciosos mostraram-se semelhantes após fundição, acabamento e polimento superficial antes da aplicação da porcelana; 2° - a tonalidade de cor das metalo-cerâmicas não foram influenciadas pelo tipo de metal precioso usado; 3° - a tonalidade de cor das metalo-cerâmicas permaneceu estável após 6 cocções e somente com 9 cocções apresentava leve alteração.

Em 1981, SULIK e PLEKAVICH²¹ verificaram que na clínica algumas vezes havia necessidade de ajustes da superfície da porcelana vitrificada, para obtenção de melhor adaptação e eliminação de interferências oclusais. No entanto havia necessidade de se eliminar a rugosidade deixada pelo ajuste a fim de não lesar os tecidos adjacentes e diminuir também o desgaste das superfícies oclusais opostas. Em vista destes aspectos propuseram uma técnica para o polimento da porcelana vitrificada e ajustada e estabeleceram comparações através de microscopia eletrônica de varredura e fotomicrografias entre as superfícies polidas por esse método com as superfícies de porcelana auto-vitrificante (sem ajuste). A técnica consta inicialmente do alisamento da superfície da porcelana com borracha rotatória azul (DEDECO). Além disso, o acabamento superficial com pedra pomes fina e roda de feltro umedecida e finalmente o acabamento superficial com óxido de estanho em roda de feltro limpa e umedecida. Os resultados obtidos permitiram concluir que a porcelana com vitrificação natural aparece semelhante tanto clinicamente como através da microscopia eletrônica de varredura, com a porcelana polida através da técnica indicada.

Ainda em 1981, SMITH e WILSON²² também preocupados com a possibilidade de ajustes da superfície de oclusão e contornos das restaurações de porcelana, pesquisaram 8 tipos de acabamento e desgaste da superfície da porcelana alumínica vitrificada a vácuo. Foram utilizados microscopia eletrônica de varredura e um medidor de superfície. As 28 amostras de porcelanas tinham formato retangular, com 10 x 5 x 2 mm, sendo cocionadas e vitrificadas

sob condições cuidadosamente controladas. 24 amostras foram submetidas aos procedimentos de desgaste e acabamento, sendo a seguir lavadas e secas, as outras 4 amostras não foram submetidas, sendo mantidas como controle. Foram analisadas através de microscopia eletrônica de varredura e por meio de um medidor de superfície. Os resultados mostraram que o acabamento da superfície da porcelana odontológica pelo uso de uma série de discos (SOFLESS) indicados para o acabamento de restaurações de resinas compostas, apresentou resultados que podem limitar o acúmulo de placa e pigmentos superficiais e reduzir os efeitos de desgaste e abrasão nas superfícies oclusais opostas.

KLAUSNER, CARTWRIGHT, CHARBENEAU¹⁵ em 1982 compararam as superfícies da porcelana odontológica acabadas e polidas por 4 técnicas de acabamento e polimento com a superfície da porcelana auto-vitrificante, usando um rugosímetro. As técnicas utilizadas foram: 1° - broca diamantada super fina, borracha abrasiva (DEDECO) e pasta de óxido de alumínio e água; 2° - sistema de polimento de porcelana (SHOFU); 3° - broca diamantada super fina, borracha abrasiva de granulação média (CRATEX), disco de borracha e pasta de óxido de alumínio e água; 4° - ajustes com borrachas para escultura, e borrachas para polimento da porcelana (JELENKO). A seguir foram submetidas a microscopia eletrônica de varredura e realizadas fotomicrografias. Foram preparadas 25 amostras de porcelana Vita VMK-68 rigorosamente de acordo com as recomendações do fabricante. 5 amostras serviram como controle e não foram submetidas a procedimentos de acabamento e polimento. Os re

sultados obtidos nos indicaram que nenhuma diferença estatística significativa, foi encontrada para os valores de rugosidade das superfícies das amostras auto-vitrificantes. Nenhuma diferença estatística foi encontrada entre as superfícies polidas pelas 4 técnicas testadas e as superfícies de porcelana auto-vitrificantes.

BARGHI³², também em 1982, desenvolveu uma investigação para determinar o efeito de repetidas cocções na alteração de cor e na vitrificação de 4 tipos de porcelana aplicadas em ligas preciosas e não preciosas recomendadas pelo fabricante. Dezoito (18) corpos de prova de cada liga foram fundidos e receberam tratamento recomendados pelo fabricante antes de receber a aplicação da porcelana. Um aparelho de medição com sensibilidade de 0,02 mm foi usado para medida das amostras. A camada do opaco foi padronizada em 0,5 mm e a camada de corpo da porcelana em 1,0 mm. Todas amostras foram confeccionadas de acordo com indicações dos fabricantes. As amostras de cada grupo foram divididas em 9 sub-grupos e submetidas a vitrificação de 1 a 9 vezes, sendo que antes de cada vitrificação foram submetidas a discos abrasivos e limpas por ultra-som. Todos os grupos foram submetidos a exames visuais por 7 examinadores, devidamente calibrados, que examinaram sob luz natural e artificial. Os resultados encontrados permitiram concluir que: 1° - repetidas cocções, aproximadamente 9 vezes, não apresentaram efeitos que pudessem ser notados em relação a cor da porcelana; 2° - as cocções podem causar redução e perda do poder de auto-vitrificação das porcelanas; 3° - as recomendações dos fabricantes de porcelana para a seleção das ligas não melhora a cor

nem a auto-vitrificação das metalo-cerâmicas.

Segundo CARRANZA¹⁰ em 1983 o maior agente etiológico das várias formas de doença periodontal e causa da inflamação gengival é a Placa Bacteriana. Baseado neste conceito devemos promover a eliminação de contornos rugosos e irregularidades das superfícies dos dentes e estabelecer assim um regime adequado de controle de placa bacteriana. A presença de superfícies dentárias lisas e regulares é um pré-requisito principal para alcançar este objetivo.

Nesse mesmo ano, McLEAN¹⁷ relatou que a sinterização da porcelana dental é regida fundamentalmente pela composição vítrea e que mudanças rápidas com a temperatura influem decisivamente na viscosidade da mesma. Cita também que as porcelanas auto-vitrificantes produziram uma lisura superficial biologicamente aceitável, com pequeno desgaste de superfície e facilidade de remoção de placa bacteriana, propiciando uma boa higiene. Este mesmo autor ressaltou sobre o perigo da "sobre-vitrificação", no descascamento das camadas superficiais, devido a repetidas cocções ou a temperaturas excessivamente altas do forno.

Em 1984, FERNANDES, ROSELINO e CAMPOS¹³ desenvolveram um estudo para verificar quantitativamente as possíveis modificações que a rugosidade da superfície da porcelana poderia apresentar quando submetida aos seguintes fatores: 1° - influência dos procedimentos operatórios, tais como o desgaste, o polimento e o não

desgaste na rugosidade das superfícies; 2° - influência do glazeamento natural na textura da superfície; 3° - influência da temperatura do glazeamento natural nas texturas das superfícies, obtidas pela ação dos diferentes tratamentos a saber: com o desgaste, com polimento e sem desgaste. Foram construídos 36 corpos de prova de porcelana. Por escolha aleatória 24 dos 36 corpos de prova tiveram o mesmo tratamento, ou seja a superfície superior foi desgastada sequencialmente com lixas de água de números 120 a 500. Após esse tratamento, também por escolha aleatória 12 corpos de prova desses 24 foram submetidos ao desgaste com ponta diamantada tronco-cônica (Hi-Di n° 13), conectada a uma peça de mão montada em um motor convencional. Os outros 12 corpos de prova tiveram tratamento mais refinado com polimento adicional usando instrumentos rotatórios (SHOFU). Os 12 corpos de prova que não receberam nenhum tratamento, permaneceram com suas superfícies originais sinterizadas. Assim, obtivemos 3 grupos que seriam inicialmente analisados pelo rugosímetro Talysurf (Taylor Hobson) e receberam posteriormente outros tratamentos, ou seja, glazeamento em diversas temperaturas e tempos diferentes. O terceiro grupo de 12 corpos de prova (sem tratamento) também foram analisados por microscopia eletrônica de varredura. O rugosímetro efetuou 10 leituras para cada corpo de prova de rugosidade média (Ra) das superfícies. Estabeleceu-se, a seguir, 4 binômios de tempo/temperatura, ou seja: 900°C, 940°C, 940°C por 30'' e 960°C e 4 conjuntos contendo 9 corpos de prova cada, assim distribuídos: 3 corpos de prova com superfície somente sinterizada, 3 corpos de prova com superfície desgastada com ponta diamantada e 3 corpos de prova

com superfície desgastada por ponta cilíndrica de óxido de alumínio e polida com sequência de cones de borracha abrasiva. Obtiveram-se as fotos utilizando o microscópio eletrônico de varredura com ampliações de 200x e de 1.000x. A metodologia empregada e os resultados obtidos levaram as seguintes conclusões: 1° - superfícies polidas apresentaram-se estatisticamente diferentes das superfícies sem desgaste e com desgaste. O polimento produz uma textura superficial semelhante a superfície vitrificada; 2° - as temperaturas de glazeamento não influenciaram de modo idêntico nas superfícies sem desgaste e com desgaste, sendo que o polimento das superfícies comprova que o glazeamento modifica para melhor a textura superficial, apresentando um efeito maior nas superfícies em ordem decrescente com desgaste, sem desgaste e polidas; 3° - as temperaturas de 940°C seria a mais indicada para glazeamento das superfícies sem desgastes e com desgaste. Em superfícies polidas recomenda-se a temperatura de 900°C para o glazeamento, sendo que temperaturas maiores provocaram diminuição na lisura; 4° - superfícies submetidas a temperatura de 980°C no glazeamento tiveram aumento de rugosidade, provocado pelo afloramento dos cristais de alumina conseqüente ao assentamento da matriz; 5° - as superfícies sem desgaste e com desgaste, glazeadas a temperatura de 900°C não apresentaram diferença pronunciada em relação às superfícies sem glazear. Essa condição pode ser observada quando as temperaturas de glazeamento foram de 940°C, 940° durante 30'' e 980°C. A microscopia eletrônica de varredura ratifica o aumento do número e projeções dos cristais de alumina em função da temperatura de glazeamento.

Nesse mesmo ano, ABADIE⁰¹ apresentou uma técnica para pigmentação e caracterização da porcelana, estabelecendo suas vantagens e desvantagens, a importância da forma de contorno, além de efeitos que podem ocorrer durante a confecção da porcelana, como o esverdeamento da mesma ocasionado por metais a base de prata (Ag), onde os íons de prata (Ag) se precipitam e do metamerismo, apresentando diferença de cores sobre diferentes condições de luminosidade. Estabelece ainda com relação a vitrificação que há um número limitado de vezes para a cocção da porcelana sobre vácuo e ar. Cada vez que a porcelana é queimada, partículas vitrificam a superfície, mas estas partículas se esgotam pelas repetidas cocções, o que resulta uma superfície opaca. Entretanto pós de vitrificante superficial (SUPERGLAZE) podem ser aplicados a superfície e vitrificados num forno sem vácuo resolvendo o problema. Produzem uma superfície aparentemente "sobre-vitrificada", no entanto aceitável. A técnica de pigmentação apresenta a sequência: 1° - pré-aquecimento do forno a temperatura de 940°C para pigmentos de porcelana sem vitrificação; 2° - verifica-se as margens e oclusão da coroa artificial, observa-se as conformações anatómicas dos dentes adjacentes e condições de luminosidade, estabelecendo comparação com os dentes naturais; 3° - reproduz a anatomia com pedras diamantadas montadas em peças de mão com motor de baixa rotação; 4° - mistura e compara as cores com os dentes naturais, aplica intensificadores de pigmentos se necessário; 5° - pode se fazer correções com a remoção dos pigmentos seguido da limpeza da superfície; 6° - faz um pré-aquecimento de um minuto, sendo coccionada a coroa sem vácuo a temperatura de 940°C por dois minu-

tos, seguindo de resfriamento; 7º - pode remover o glaze para fazer correções, repetindo o passo anterior; 8º - verifica-se a coroa intra-oralmente. Portanto a pigmentação influi positivamente para uma boa relação profissional-paciente, desde que sua execução seja feita corretamente através das técnicas indicadas.

BARRETO⁰⁷, ainda em 1984, verificou as falhas em restaurações de metalocerâmica quanto a natureza. As falhas de natureza biofísica são as falhas na resistência, formação de fendas ou completa separação da porcelana da estrutura metálica. As de natureza biomecânica tratam de falhas na forma, superfícies rugosas e pontiagudas, linhas de acabamento mal delineadas e superfícies contantes na superfície de união metal-cerâmica. Estas falhas terminam também com o deslocamento da porcelana do metal. Registrou as falhas fotograficamente sendo que as falhas devido a formação de bolhas foram também analisadas através de microscopia. Sabendo que as rugosidades das superfícies no metal são fontes de concentração de forças, tanto picos como vales profundos atuam como ângulos distintos e concentram forças. As fendas podem também ser impuresas que ficaram aprisionadas pela formação de bolhas. Além disso, repetidas queimas ou temperaturas excessivamente altas do forno tem sido mencionadas como causa adicional para imperfeições superficiais ou internas na porcelana. A falta de acabamento adequado do metal também pode levar as falhas, devido a formação de bolhas. Por essas razões é muito importante que o profissional conheça as características do material e siga as técnicas de confecção de maneira indicada, a fim de se limitar as fraquezas do mes-

mo.

Também em 1984, COOK, GRISWOLD e POST¹² estudaram o efeito dos pigmentos superficiais e vitrificação na textura superficial de uma porcelana queimada a vácuo. A literatura estabelece três técnicas de vitrificação assim descritas: 1a. - vitrificação natural, que resulta da vitrificação da superfície do corpo da porcelana quando esta é aquecida a uma temperatura de vitrificação; 2a. - vitrificação induzida, que é a variação da vitrificação natural e é produzida pela aplicação de pequena quantidade de vidros cerâmicos de baixa fusão à superfície; e, 3a. - vitrificação aplicada, também conhecida como "sobre-vitrificação" de baixa temperatura. Quando um pó de vitrificante de baixa fusão é aplicado uniformemente na coroa Venneer e coccionado na sua temperatura de sinterização. 36 amostras de porcelana (CERAMCO) foram coccionadas a vácuo de acordo com instruções do fabricante a uma temperatura inicial de 960°C. A seguir foram submetidas a desgastes por meio de borrachas abrasivas finas, limpas em ultra-som com água destilada e requeimadas à 985°C sobre vácuo, alisadas, escoovadas e limpas antes da manipulação. O total das amostras foi dividido em 11 grupos com 3 amostras cada. Os grupos foram submetidos a várias técnicas de pigmentação e vitrificação. A seguir, duas amostras de cada grupo foram examinadas por microscopia eletrônica de varredura. Fotomicrografias com ampliação de 200x foram feitas para comparação subjetiva na lisura superficial e imperfeições de superfície. Os resultados obtidos levaram às conclusões seguintes: 1° - a técnica de vitrificação natural produz li-

sura com leves buracos superficiais, e tem se mostrada biologicamente aceitável, devendo ser utilizada quando for necessária a aplicação de pigmentos; 2° - se a aplicação de pós de vitrificantes for desejável, o uso da técnica de vitrificação induzida a alta temperatura produz uma lisura superficial; 3° - o uso do pigmento como agente indutor não produz o mesmo grau de lisura quanto o uso de pós de vitrificantes; 4° - Para os dentes que necessitam de mínimas modificações de tonalidades, uma fina camada de vitrificante seguida por modificadores de pigmentos deveria ser adicionada a porcelana desvitrificada e a cocção feita pela vitrificação induzida a altas temperaturas; 5° - para os dentes que requerem maior modificação de cor, os corantes devem ser expostos a temperatura de 815°C e a seguir submetidos a vitrificação induzida a altas temperaturas; 6° - o uso de baixa temperatura de vitrificação deve ser restrito a casos onde a alta temperatura seja prejudicial.

ZALKING, LAUER e STERN²⁴ em 1986 examinaram os graus de rugosidade da porcelana após esta ter sido submetida a técnicas abrasivas e a vitrificação natural. Foram confeccionadas 35 amostras de porcelana (Vita Zahnfabrick) e a vitrificação final foi obtida pela vitrificação natural em queima sem vácuo. Procedimento considerado superior ao método da "sobre-vitrificação". As amostras foram divididas em 7 grupos de 5 amostras cada, submetidas a diferentes procedimentos de desgaste, a baixa rotação. Após a redução as superfícies das amostras foram limpas em ultra-som por 5'. A seguir, as superfícies das amostras foram submetidas a

microscopia eletrônica de varredura e fotomicrografias com aumentos de 100x. Os resultados obtidos confirmaram que a superfície da porcelana reduzida por instrumentos abrasivos pode resultar em rugosidade. Em adição, subsequente vitrificação natural reduz a rugosidade, no entanto foi impossível eliminar a mesma somente pela vitrificação, uma vez que a superfície não se torna tão lisa como era anteriormente ao desgaste. A única possibilidade de se produzir uma lisura superficial como a da superfície anterior ao desgaste, é a de promover um jateamento superficial através de pó de óxido de alumínio antes da vitrificação final.

De acordo com PHILIPS¹⁰, nesse mesmo ano, o vitrificante superficial deve apresentar um coeficiente de expansão térmica ligeiramente inferior ao do corpo da porcelana na qual é aplicado. Se o vitrificante superficial possuir um coeficiente de expansão térmica maior que o do corpo da porcelana, esta esfriará sob tração radial, e as tensões resultantes podem levar a fendas na superfície. Por outro lado, se o coeficiente de expansão térmica do vitrificante de superfície for consideravelmente inferior ao do corpo da porcelana, tensões de compressão poderão causar fraturas deste, conhecidas como descascamento.

CHAN e WEBER¹¹, ainda em 1986, compararam a retenção de placa em dentes restaurados com os seguintes 4 tipos de coroas: completas de porcelana (CERESTORE), de metalo-cerâmica, de ouro e Veneer. Dezenove (19) pacientes foram incluídos neste estudo, sendo registradas condições normais de higiene oral. Os traçados

foram feitos de modo que todos tipos de coroas totais e parciais, próteses fixas e removíveis, ouro, amálgama e resina acrílica foram registradas. As faces das margens das coroas foram avaliadas por meio de sonda e classificadas em três categorias: Grau 1 - transição com lisura da restauração para a estrutura dental; Grau 2 - leves irregularidades nas margens da coroa; Grau 3 - imperfeições grosseiras nas margens da coroa. Dois examinadores foram calibrados para fazer os exames de índice de placa. O índice de placa escolhido foi o de Silness e Løe, sendo examinadas um total de 150 coroas. Os índices de placas para coroas individuais em um quadrante foram comparados a média do índice de placa do quadrante nos quais as coroas foram inseridas (quadrante de placa índice = 100%). Os resultados obtidos demonstraram que as coroas completas de cerâmica têm pouca retenção da camada amolecida (32%), coroas de metalo-cerâmica (90%), dentes naturais (110%) restaurações de ouro fundidas (148%) e coroas Veneer de acrílico (152%). Isto indica que os materiais restauradores diferem entre si quanto a capacidade de reter placa.

Em 1988, RUFINO, AGOSTINHO e RODRIGUES et al²¹ publicaram o livro Tolerâncias, Ajustes, Desvios e Análise das Dimensões, de onde retiramos do cap. 3, pág. 192 a 220, conceitos a respeito de Rugosidade Superficial. Verificamos também os Sistemas de Medição da Rugosidade Superficial. A norma ABNT, através da P-NB-13 (1963) adota, para o Brasil, o Sistema M. no qual, todas as grandezas de medição de rugosidade são definidas a partir do seguinte conceito de linha média: linha paralela à direção ge-

ral do perfil, no comprimento da amostragem, de tal modo que a soma das áreas superiores, compreendidas entre ela e o perfil efetivo, seja igual à soma das áreas inferiores, no comprimento da amostragem. O parâmetro adotado pela norma brasileira, dentro do Sistema M para avaliação da rugosidade é o Desvio Médio Aritmético - RA (CLA - Center Line Average), por nós utilizado neste trabalho de Tese.

BARREIRO, RIESGO e VICENTE⁰⁶ em 1989 realizaram um estudo para identificar as fases na porcelana dental para restaurações de metalo-cerâmica, através de difração de raio-X. Quatro tipos de porcelana foram utilizados: Biobond (Dentsply International), Ceramco (Ceramco), Microbond (How Medica) e Vita-VMK (Unitek). Todas as amostras foram sinterizadas por 10' a $1.000 \pm 5^\circ\text{C}$ a ar em forno de tubo elétrico. A seguir, as superfícies das amostras foram preparadas para testes complementares e desgastadas por papéis de sílica e carbono com granulação abaixo de 600. Também foi efetuado polimento mecânico com pasta diamantada de partículas de tamanho 15-7-4-1/4 μm , ataque com solução aquosa de 1% de HF durante 30 seg. e cobertura de alumínio (deposição de vapor) para microscopia de reflexão óptica e cobertura de ouro para microscopia eletrônica de varredura. Os resultados obtidos permitiram concluir: 1° - a maioria das marcas comerciais de porcelana dental disponíveis para restauração metalo-cerâmica são vidros feldspáticos parcialmente cristalizados que consistem a temperatura ambiente de um cristal tetragonal de leucite ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$) enbebidos em matriz vítrea; 2° - junto a baixo leucite e vidro,

foi encontrado também uma segunda fase cristalina na sinterização e resfriamento lento, que foi proposto ser feldspato de potássio ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$); 3° - a ceramografia confirma o deslocamento natural da transformação de alto leucite (cúbico) para baixo leucite (tetragonal) sobre resfriamento.

BRACKETT, LEAVY e TURNER⁰⁸ em 1969 realizaram uma avaliação da resistência flexural de cinco porcelanas utilizadas normalmente em técnicas de porcelana completa de ombro, e o efeito do tratamento de superfície na resistência flexural. Trinta amostras foram feitas utilizando cada um dos cinco diferentes sistemas de porcelana marginal. Os cinco grupos de porcelana foram subdivididos junto a grupos de dez cada para posterior avaliação de 3 tipos de tratamentos de superfície. O teste flexural de três pontos foi utilizado para testar as amostras numa máquina de testes universal (INSTRON). Os resultados permitiram as seguintes conclusões: 1° - cristais de porcelana de ombro com água destilada como veículo foram significativamente mais fortes do que as outras porcelanas testadas; 2° - a porcelana tratada com uma sobrevitrificação era mais forte que a porcelana tratada com a auto-vitrificação.

GOLDSTEIN¹⁴, nesse mesmo ano, estudou o acabamento das resinas compostas e laminados de porcelana, estabelecendo dois objetivos básicos para o acabamento dos materiais restauradores. O primeiro objetivo é desenvolver e finalizar as margens e contornos das restaurações de modo que as tornem biocompatíveis com am-

hos, dentes e tecidos. O segundo objetivo é propiciar à superfície o máximo de brilho melhorando a estética, reduzindo a retenção de placas e pigmentos além de minimizar o desgaste e potencial de fratura. Com relação a laminados de porcelana, estabeleceu que o melhor acabamento é o que foi efetuado diretamente no forno, sendo que a vitrificação natural é melhor do que a vitrificação alterada através de pigmentos. Se o laminado de porcelana requerer alteração de pigmentação, os resultados após o repolimento poderiam ser desagradáveis para o paciente, havendo uma discrepância de cor entre as superfícies vitrificadas e as repolidas.

CAMPBELL^{OP}, também em 1989, comparou a rugosidade superficial e técnicas de polimento para novos materiais cerâmicos através de microscopia eletrônica de varredura e da aparência macroscópica das amostras. Foram feitas 20 amostras das porcelanas Cerestore (Coors Biomedical) e Dicolor (Corning Glass Works), além de 4 amostras da porcelana Vita (Vident) que serviram como controle. As amostras foram divididas em 5 grupos que receberam diferentes tipos de acabamento, cada grupo continha 4 amostras. Os resultados obtidos levaram a seguintes conclusões: 1° - as amostras de ambas porcelanas, Dicolor e Cerestore, sem polimento apresentavam uma superfície rugosa; 2° - o polimento da coroa de porcelana Cerestore resultou em superfície extremamente rugosa, enquanto que o acabamento da porcelana Dicolor resultou em superfície lisa mas esburacada; 3° - o polimento de ambos materiais testados resultaram em superfície mais rugosa do que as metalo-cerâmicas controle vitrificadas; 4° - o acabamento de maior lisura superficial foi

obtido com a aplicação de pigmentos de porcelana em todos materiais cerâmicos.

III - PROPOSIÇÃO

III - PROPOSIÇÃO

Tendo em vista que a irritação da gengiva e as doenças periodontais podem ser conseqüências de retenção de placas bacterianas em superfícies rugosas, propusemos verificar a influencia do número de cocções sobre a rugosidade superficial de porcelanas odontológicas, com base nos:

- a) Variação do número de cocções;
- b) Tipos de vitrificação das porcelanas: natural e artificial.

IV - MATERIAIS E MÉTODO

IV - MATERIAIS E MÉTODO

1 - MATERIAIS

Utilizamos em nosso estudo os seguintes materiais:

1.1 - LIGAS METÁLICAS

Foram utilizadas as seguintes ligas metálicas a base de Ni-Cr, indicadas para corcas de metalo-cerâmica. (Quadro I).

Quadro I - Ligas Metálicas

L I G A	-	FABRICANTE
RESISTAL-P	-	DEGUSSA S. A.
LITECAST-B	-	WILLIAMS DENTAL LTDA
DURABOND-II	-	MARQUART & MARQUART

1.2 - REVESTIMENTO

O revestimento utilizado foi o aglutinado por fosfato, para ligas metálicas de alta-fusão. (Quadro II).

Quadro II - Revestimento

REVESTIMENTO	-	FABRICANTE
PRECISE	-	DENTSPLY IND. E COM. LTDA

1.3 - PORCELANA ODONTOLÓGICA

Foram utilizadas três marcas comerciais de porcelana odontológica disponíveis no mercado. (Quadro III).

QUADRO III - Porcelanas

PRODUTO	FABRICANTE	LOTES DE FABRICAÇÃO	
DUCERAM	DEGUSSA S/A	Líquido para opaco	1098
		Pó para opaco	3288 (A1)
		Líquido p/ corpo/incisal	1098
		Pó para corpo	4088 (A1)
		Pó para incisal	4288 (S5a)
		Líquido para vitrificante	1088
		Pó para vitrificante	7388
WILLCERAM	WILLIAMS	Líquido para opaco	0198
	DENTAL LTDA	Pó para opaco	46547 (A2)
		Líquido p/ corpo/incisal	0162
		Pó para corpo	43574 (A2)
		Pó para incisal	46557 (S5a)
		Líquido para vitrificante	521
		Pó para vitrificante	00721
VITA VMK-68	VITA	Líquido para opaco	CH-B 11415
	ZAHNFABRIK	Pó para opaco	39 (A1)
		Líquido p/ corpo/incisal	CH-B 23465
		Pó para corpo	581 (A1)
		Pó para incisal	494
		Líquido para vitrificante	CH-B 23465
		Pó para vitrificante	L-701

1.4 - MATRIZ

A matriz para obtenção dos corpos de prova foi confeccionada em torno mecânico, a fim de se obter precisão adequada entre os seguintes componentes:

- a) base da matriz
- b) contra-base
- c) êmbolo
- d) anel

1.4.1 - Componentes da Matriz

a) Base

Foi confeccionada uma base metálica cilíndrica de 2,50 cm de diâmetro por 2,20 cm de altura. Em seu extremo superior foi construído um ombro externo de 0,20 cm de altura por 0,175 cm de largura para o encaixe da contra-base da matriz. A confecção do ombro reduziu o diâmetro do extremo superior da base para 2,15 cm, no qual foi realizado um encaixe interno de 0,10 cm de altura por 1,50 cm de diâmetro também interno, com o objetivo de padronizar a parte metálica fundida dos corpos de prova.

Longitudinalmente no centro da base foi efetuada uma perfuração, a fim de facilitar a remoção dos corpos de prova (Figura 1).

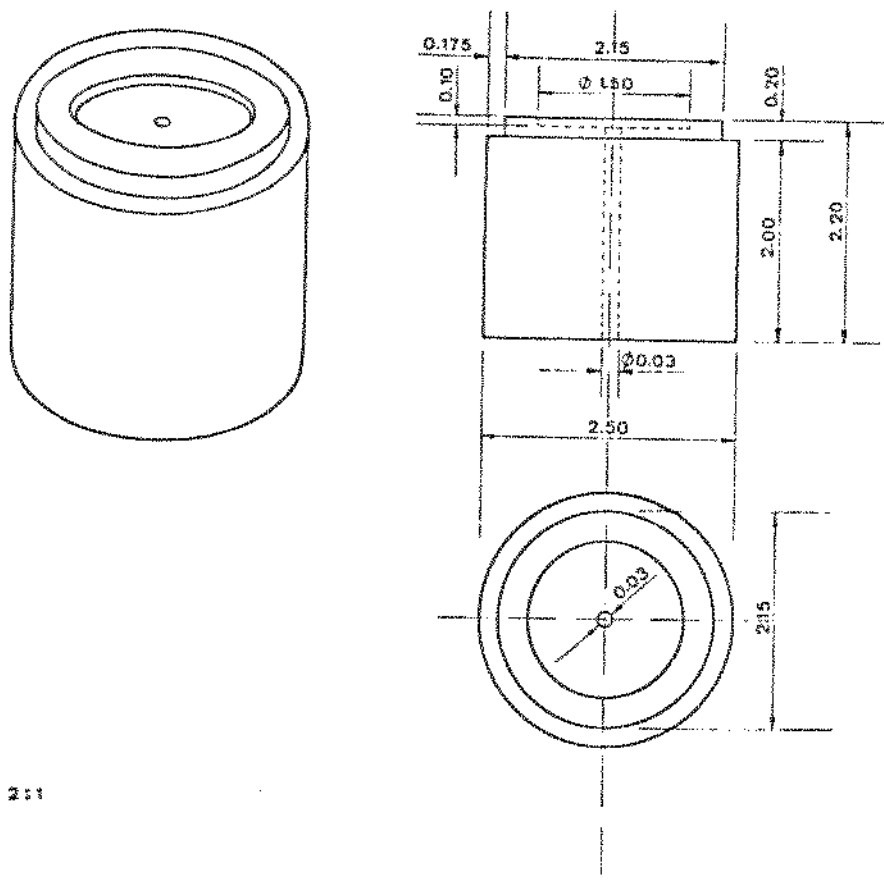
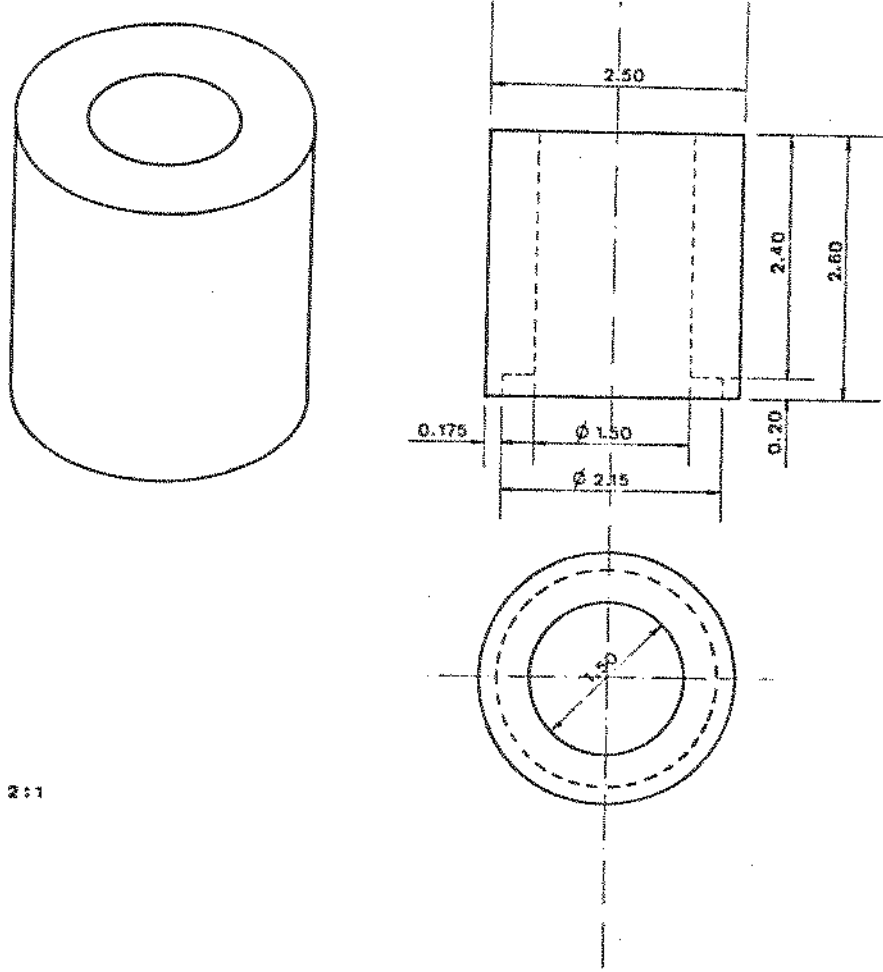


Figura 1 - Base da Matriz

b) Contra-base

A contra-base foi confeccionada com 2,50 cm de diâmetro externo por 2,60 cm de altura. Em seu extremo inferior foi construído um encaixe interno de 0,20 cm de altura por 0,175 cm de largura e com 2,15 cm de diâmetro interno, que permitiu perfeita adaptação no ombro externo da base. Em seguida, foi realizada per

furação longitudinal criando-se uma área de 1,50 cm de diâmetro interno por 2,40 cm de altura, comunicando o extremo inferior ao extremo superior da contra-base, com a finalidade de alojar o êmbolo (Figura 2).



2:1

Figura 2 - Contra-base

c) Êmbolo

O êmbolo apresenta 4,55 cm de altura, sendo composto por:

C_1 - empunhadura, situada na extremidade superior do êmbolo, com 1,20 cm de altura por 1,80 cm de diâmetro.

C_2 - cilindro, com altura de 3,20 cm por 1,50 cm de diâmetro, que se encaixa no diâmetro interno da contra-base.

C_3 - disco de vidro, situado na extremidade inferior do êmbolo com 0,15 cm de espessura por 1,50 cm de diâmetro. Foi adaptado com o objetivo de facilitar a compactação do pó, tornando a superfície da porcelana mais lisa (Figura 3).

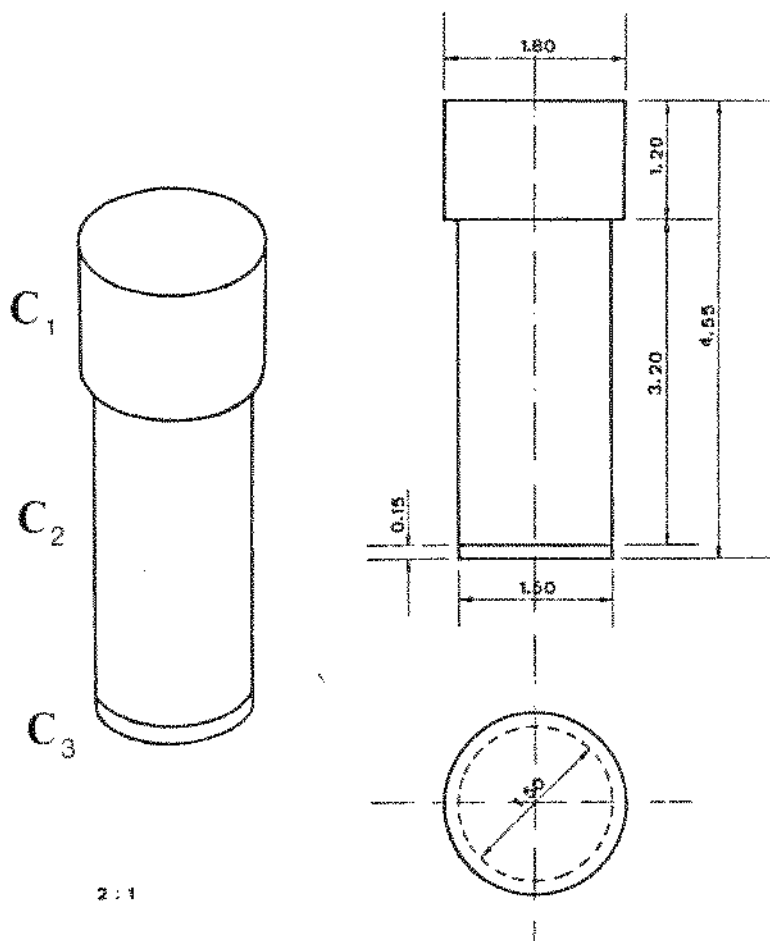


Figura 3 - Êmbolo

d) Anéis (3)

Foram confeccionados três anéis calibradores em plástico (PVC). O primeiro com 1,05 cm de altura, responsável pela espessura da camada do opaco. O segundo com 1,15 cm de altura, responsável pela espessura da camada do corpo. O terceiro com 1,20 cm de altura, responsável pela espessura da camada correspondente à incisal.

Os anéis foram utilizados com o objetivo de estabelecer os níveis da espessura da porcelana, e permitir a padronização de todos os corpos de prova, com espessura máxima de 0,20 cm. O diâmetro interno dos anéis foi de 1,50 cm para se adaptarem ao êmbolo (Figura 4).

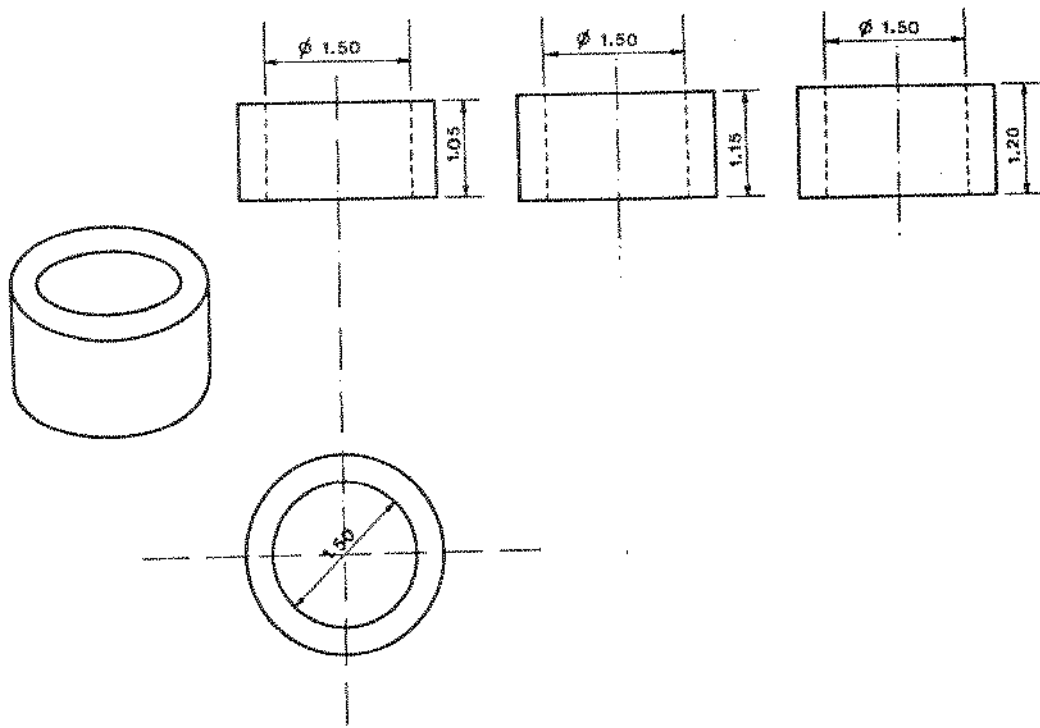


Figura 4 - Anéis

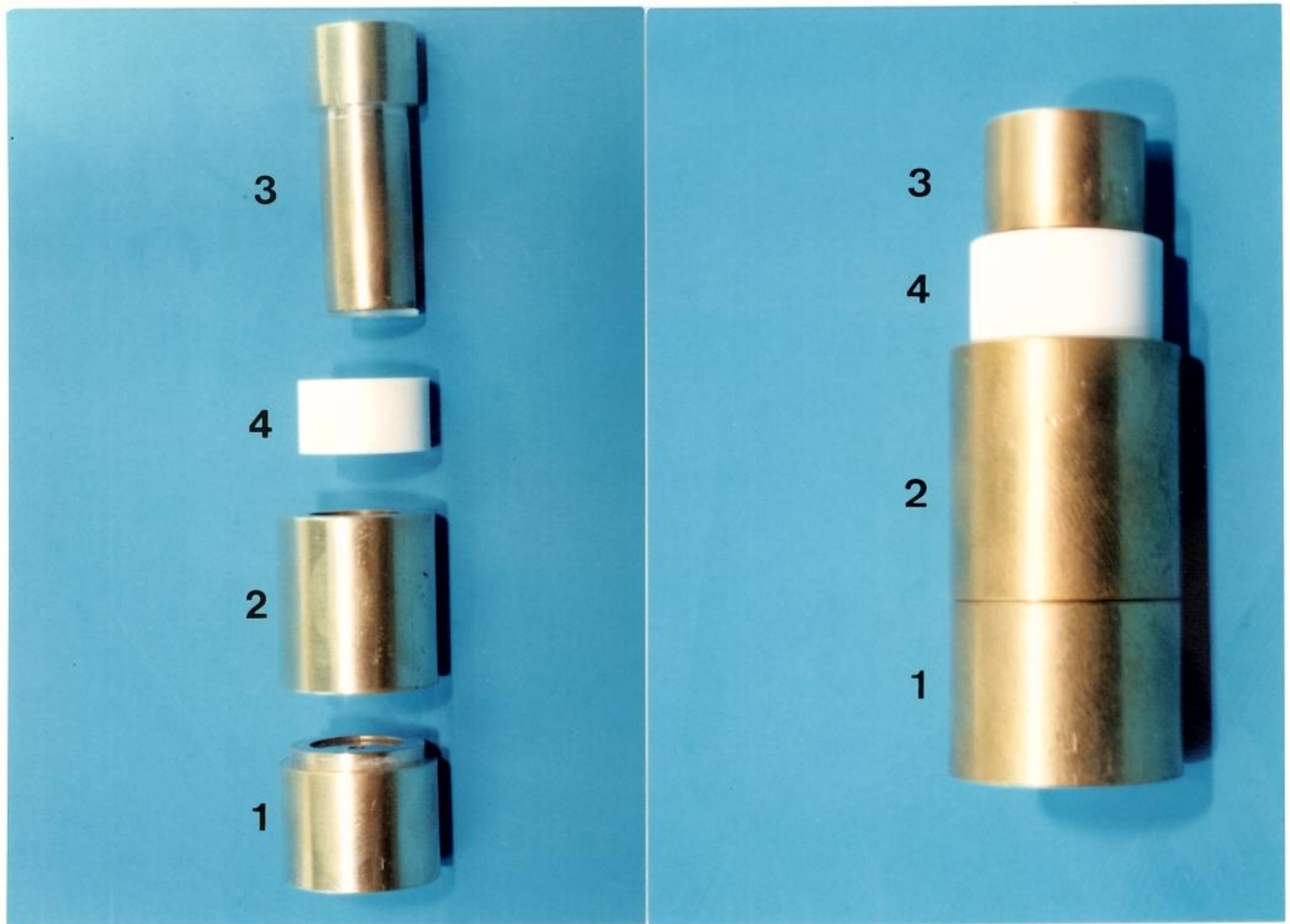


Figura 5
Componentes da Matriz
1 - Base
2 - Contra-Base
3 - Embolo
4 - Anel

2 - METODO

2.1 - CONFECCÃO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

A parte metálica dos corpos de prova de metalo-cerâmica utilizados em nosso estudo foi confeccionada a partir de padrões de cera rosa nº 7 (Wilson), em forma de disco, com 1,50 cm de diâmetro e 0,15 cm de espessura. Essas medidas possibilitaram o encaixe dos discos metálicos no extremo superior da base da matriz. (Figura 1).

Os padrões de cera, em número de três, foram fixados em uma barra de secção circular de 0,50 cm de diâmetro por 2,00 cm de comprimento, localizada no centro geométrico do anel e esta por sua vez foi fixada em uma base formadora de cadinho através de pinos de cera que funcionavam como condutos de alimentação. (Figura 6).

Foram confeccionados 90 discos metálicos, sendo 30 para cada liga metálica.



Figura 6 - Confeção da estrutura metálica

- 1 - Padrões de cera
- 2 - Cilindro de revestimento com padrões de cera incluídos
- 3 - Discos metálicos fundidos

2.2 - INCLUSÃO EM REVESTIMENTO

Os padrões e os pinos foram tratados com antibolha (Excelsior), e em seguida incluídos em revestimento aglutinados por fosfato (Precise), utilizando um anel de cartolina com 4,00 cm de diâmetro e 5,00 cm de altura, que foram removidos após a presa final do revestimento.

O revestimento foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante, com espátulação a vácuo por 30 seg.; em aparelho WHIP-MIX.

2.3 - TÉCNICA DE FUNDIÇÃO

Utilizamos para aquecimento do revestimento um forno da marca BRAVAC. Os cilindros de revestimento eram colocados no forno à temperatura ambiente e aquecidos lentamente até atingir 300°C em uma hora e aí mantidos por mais uma hora. Em seguida, a temperatura do forno foi elevada para 950°C em uma hora e 30 minutos, onde permaneceram por mais 30 minutos.

As ligas foram fundidas com um maçarico da marca DRAEGER do Brasil Ltda (Figura 7), com chama alimentada por mistura de gás/oxigênio. Após a fundição de cada liga, o cilindro de revestimento foi colocado na centrífuga armada com 3 voltas e esta acionada para a fundição propriamente dita. Em seguida, foram deixados sobre a bancada até resfriar à temperatura ambiente, quando foi feita a remoção dos discos metálicos (Figura 8).



Figura 7 - Maçarico e centrifuga convencional

2.4 - PREPARO DOS DISCOS METALICOS

Os discos metálicos foram separados dos condutos de alimentação com discos de carborundum. A seguir, iniciou-se o acabamento superficial dos discos metálicos, de acordo com as instruções dos fabricantes (Tabela 1).

2.4.1 - Acabamento Superficial dos discos metálicos (Tabela 1)

RESISTAL-P	LITECAST-B	DURABOND-II
<ul style="list-style-type: none"> - desgastes por pedras de óxido de alumínio (marron e branca) - jateamento com óxido de alumínio, diâmetro máximo 0,210 mm - P = 80lb/in² - desgastes por pedras de óxido de alumínio (cor branca) - imersão em Ultra-Som, marca THORNTON-T7 com água destilada por 5 min. - secagem com papel absorvente - jateamento com óxido de alumínio (idem-anterior) - degaseificação forno E-D.G. semi-automático a temperatura de 1035°C por 10' sem vácuo - jateamento com óxido de alumínio (idem-anterior) - imersão em Ultra-Som (idem-anterior) - mergulha no álcool isopropílico (verificar a secagem) 	<ul style="list-style-type: none"> - desgastes por pedras de óxido de alumínio (marron e branca) - jateamento com óxido de alumínio, diâmetro máximo 0,210 mm - P = 80lb/in² - imersão em Ultra-Som, marca THORNTON-T7 com água destilada por 5' - secagem com papel absorvente - degaseificação forno E.D.G. semi-automático a temperatura de 1010°C por 5' e com vácuo - imersão em Ultra-Som (idem-anterior) - secagem com papel absorvente 	<ul style="list-style-type: none"> - desgastes por pedras de óxido de alumínio (marron e branca) - imersão em Ultra-Som, marca THORNTON-T7 com água destilada por 5' - secagem com papel absorvente - degaseificação forno E.D.G. semi-automático a temperatura de 980°C, 3' com vácuo e 3' sem vácuo - esfriamento a temperatura ambiente naturalmente - desgastes por pedras de óxido de alumínio (marron e branca) - jateamento com óxido de alumínio diâmetro máximo 0,210 mm - P = 80lb/in² - desgastes por pedras de óxido de alumínio (cor branca) - lavagem em água corrente sem sabão ou detergente - imersão em água destilada fervente a temperatura de 100°C por 2' - imersão em Ultra-Som (idem anterior) - secagem com papel absorvente

2.5 - APLICAÇÃO E COCÇÃO DAS PORCELANAS

2.5.1 - Aplicação

A aplicação das porcelanas foi realizada sobre os discos metálicos, de acordo com as recomendações dos fabricantes. A padronização da espessura da porcelana foi obtida por meio dos anéis plásticos da matriz.

a) Aplicação do Opaco

A aplicação da camada do opaco foi realizada em duas etapas:

- A primeira, corresponde a uma fina camada de opaco sobre a superfície metálica (Wash-bake), com o objetivo de estabelecer a união entre os dois materiais. Essa primeira camada foi levada ao forno para a primeira cocção.

- A segunda, corresponde a aplicação de uma camada completando 0,05 cm de espessura de opaco, a qual foi determinada pelo primeiro anel de plástico (PVC) de 1,05 cm de altura. A empunhadura do êmbolo apoiada no anel plástico propiciou o espaço a ser ocupado pelo opaco.

A condensação foi realizada com movimentos do êmbolo em direção ao disco metálico adaptado a base da matriz. Os excessos da porcelana foram eliminados com o auxílio de uma lâmina de bisturi.

b) Aplicação do Corpo

A camada de porcelana de corpo foi obtida com espessura de 0,10 cm, por meio do anel de plástico (PVC) de 1,15 cm de altura. A condensação e remoção de excessos foram feitos da mesma maneira que na camada de opaco.

c) Aplicação de Incisal

A camada de porcelana de incisal foi obtida com espessura de 0,05 cm, por intermédio do anel de plástico (PVC) de 1,20 cm de altura.

A condensação e remoção dos excessos de porcelana foram feitos da mesma maneira que nas camadas de opaco e de corpo.

O corpo de prova de porcelana apresenta 0,20 cm de espessura, assim composto: (Figura 8).

- 0,05 cm das duas camadas de opaco;
- 0,10 cm da camada de corpo;
- 0,05 cm da camada de incisal.

As cocções dos corpos de prova, foram realizadas em um forno da marca E.D.G. semi-automático. (Figura 9).

Os tempos e as temperaturas de cocção usados em nosso estudo podem ser vistos na Tabela 2. (pág. 50).



Figura 8 - Aplicação da porcelana

- 1 - Estrutura metálica
- 2 - "Wash-bake" (1a. camada)
- 3 - Opaco completo (2a. camada)
- 4 - Porcelana de corpo
- 5 - Porcelana incisal



Figura 9 - Forno para cocção da porcelana

2.5.2 - Tabela 2 - Tempo e temperatura de cocção das 3 marcas de porcelanas

TEMPO E TEMPERATURA DAS COCÇÕES						
MATERIAL COCÇÕES	WILLCERAM		VITA VMK-68		DUCERAM	
	Tempo	Temp.	Tempo	Temp.	Tempo	Temp.
1a. Cocção	30 s	1000°C	30 s	980°C	30 s	990°C
2a. Cocção	30 s	980°C	30 s	980°C	30 s	960°C
3a. Cocção	30 s	960°C	30 s	960°C	30 s	955°C
4a. Cocção	30 s	955°C	30 s	955°C	30 s	950°C
5a. Cocção	30 s	950°C	30 s	950°C	30 s	945°C
6a. Cocção	30 s	945°C	30 s	945°C	30 s	940°C
7a. Cocção	30 s	940°C	30 s	940°C	30 s	935°C
8a. Cocção	30 s	935°C	30 s	935°C	30 s	930°C

2.5.3 - Vitrificação

A vitrificação natural ou das porcelanas auto-vitrificantes foi efetuada sempre a 10°C abaixo da temperatura da última cocção, por um tempo de 30 segundos e sem vácuo.

A vitrificação usando pós de vitrificantes superficiais (artificial) foi efetuada de acordo com as recomendações dos fabricantes.

Dessa maneira foram confeccionados um total de 90 corpos de prova em porcelana, sendo 30 para cada marca, divididos em 10 grupos de 3. Esses 10 grupos foram subdivididos em 2, apresentando 5 grupos para o acabamento da porcelana com vitrificação natural e 5 grupos para acabamento da porcelana com vitrificação artificial.

Esses 10 grupos foram submetidos a 4, 5, 6, 7 e 8 cocções.

3 - TESTES DE RUGOSIDADE SUPERFICIAL DA PORCELANA ODONTOLÓGICA

Para verificação da rugosidade superficial dos corpos de prova de porcelana utilizamos um aparelho, o Rugosímetro Universal S₄BD, que consta de três partes:

- a) Base
- b) Registrador analógico
- c) Registrador gráfico

a) Base: onde se posiciona o corpo de prova, tendo ainda uma coluna de sustentação do apalpador, e o apalpador propriamente dito, tendo este uma agulha na qual tem em sua extremidade uma esfera de diamante com 3,0 μ m de diâmetro. (Figuras 10 e 11).



Figura 10 - Base: 1 - Posicionador; 2 - Coluna; 3 - Apalpador



Figura 11 - Agulha do apalpador

b) Registrador analógico (Perth-O-Meter), que consta de uma escala graduada e uma agulha que indica os resultados obtidos. Faz-se a leitura diretamente nesta escala. (Figura 12).



Figura 12 - Registrador analógico

c) Registrador gráfico (Perth-O-Graph). Os gráficos são obtidos através de uma agulha térmica que os imprime num papel próprio. (Figuras 13 e 15).



Figura 13 - Registrador gráfico

3.1 - FUNCIONAMENTO DO RUGOSIMETRO

O rugosímetro funciona de maneira semelhante a um galvanômetro, apresentando duas resistências fixas e duas resistências variáveis.

Uma das resistências variáveis está posicionada no braço do apalpador, onde se estabelece o ponto médio vertical do conjunto.

A outra resistência variável é manipulada em um botão no mostrador do registrador analógico (Perth-O-Meter), onde se busca estabelecer o ajuste do equilíbrio horizontal do conjunto.

O conjunto em total equilíbrio resulta em zero. Na realidade, os resultados obtidos determinam o desequilíbrio do conjunto.

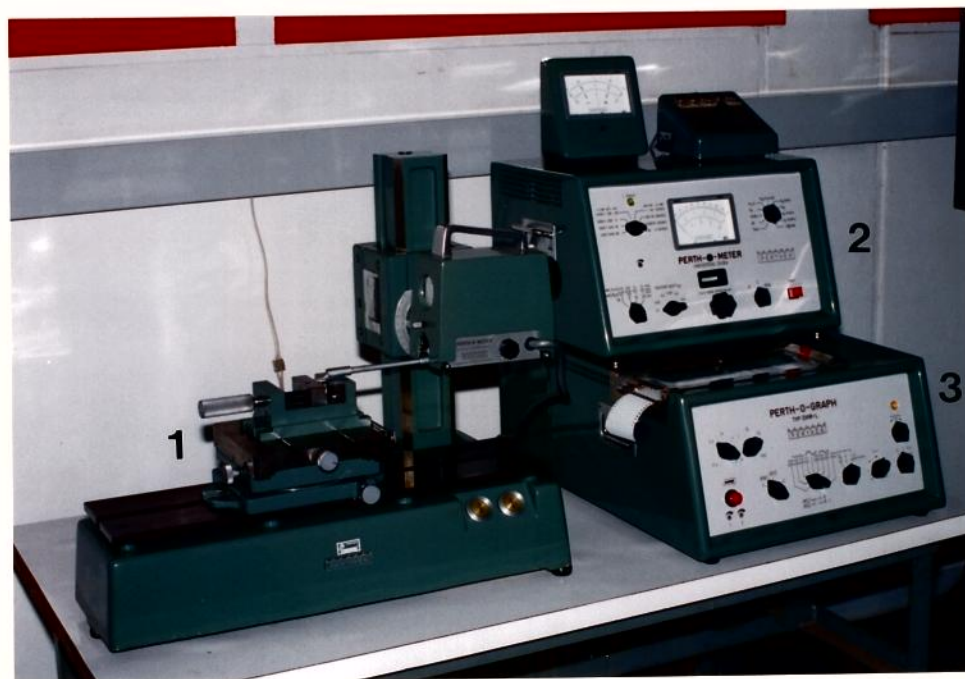


Figura 14 - Rugosímetro

1 - Base

2 - Registrador analógico

3 - Registrador gráfico

3.2 - REALIZAÇÃO DOS TESTES

- O corpo de prova é fixado na base através de um elemento posicionador (pequena morsa). Figura 10 página 52.

- Apóia-se o apalpador sobre a superfície da amostra a ser medida, sendo necessário que a superfície seja plana. Figura 11 página 52.

- Faz-se o ajuste da agulha sobre o plano a ser medido, pelo botão central preto no mostrador do registrador analógico (Perth - O - Meter). É estabelecido o equilíbrio horizontal e vertical do conjunto.

- Aciona-se o botão vermelho de partida existente também no mostrador do registrador analógico (Perth-O-Meter), o que provoca um deslocamento do apalpador, fazendo com que a agulha percorra 5,0 mm da superfície da amostra.

- O registrador analógico apresenta o resultado da rugosidade da superfície do corpo de prova. Figura 12 página 53.

Foram feitas cinco repetições para cada corpo de prova, obtendo-se cinco medidas de rugosidade para cada corpo de prova.

Para fazer-se o gráfico de rugosidade foi acionado o botão existente no mostrador do registrador analógico (Perth-O-Meter) Figura 12 página 53, que iniciou o funcionamento do registrador gráfico (Perth-O-Graph) Figura 13 página 54, a seguir o papel registrador foi "queimado" (agulha térmica) Figura 15 página 58, ao mesmo tempo que o apalpador percorria a superfície do corpo de prova. Figura 11 página 52.

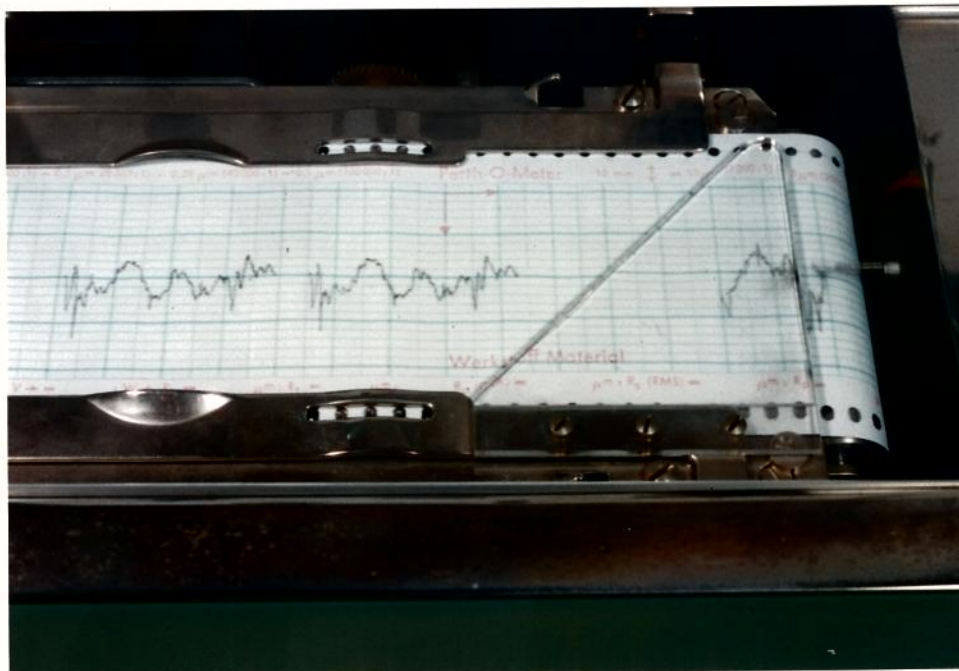


Figura 15 - Agulha térmica

Segundo RUFFINO, AGOSTINHO E RODRIGUES et al²¹ dentro da norma brasileira de sistemas de Medição da Rugosidade Superficial, a avaliação da rugosidade foi feita usando-se os valores R_a , rugosidade média das superfícies, visto ser este o parâmetro por ela adotado. Os gráficos, no entanto são valores de R_T , que registra os picos e vales existentes no corpo de prova. (Figuras 16 e 17).

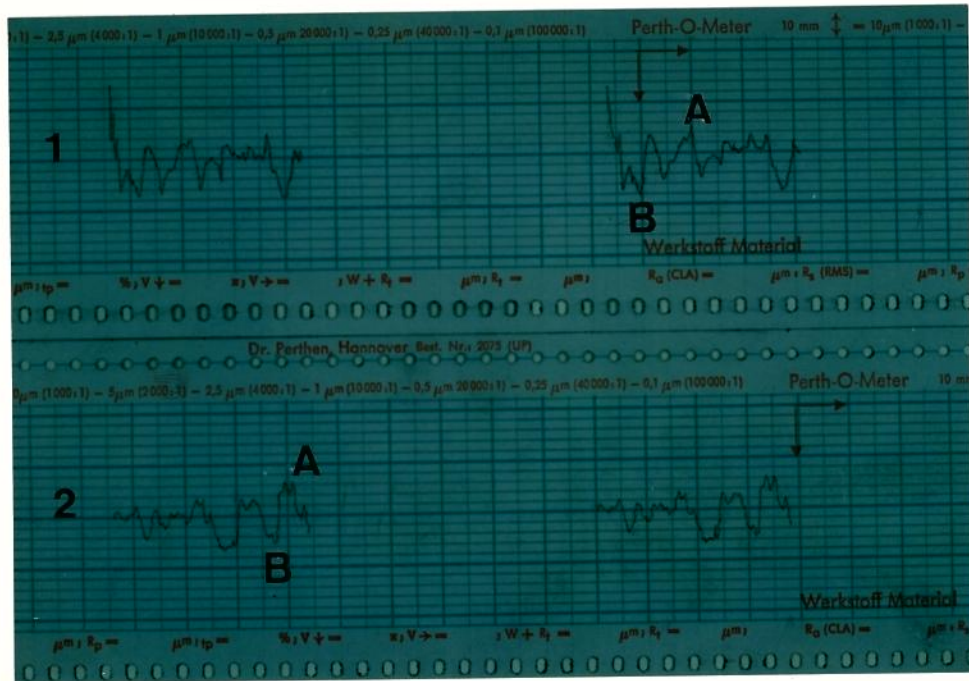


Figura 16 - Amostra dos gráficos obtidos com a porcelana Duceram com 4 cocções e aumento de 20.000 vezes

- 1 - Vitrificação natural
- 2 - Vitrificação artificial
- A - Picos
- B - Vales

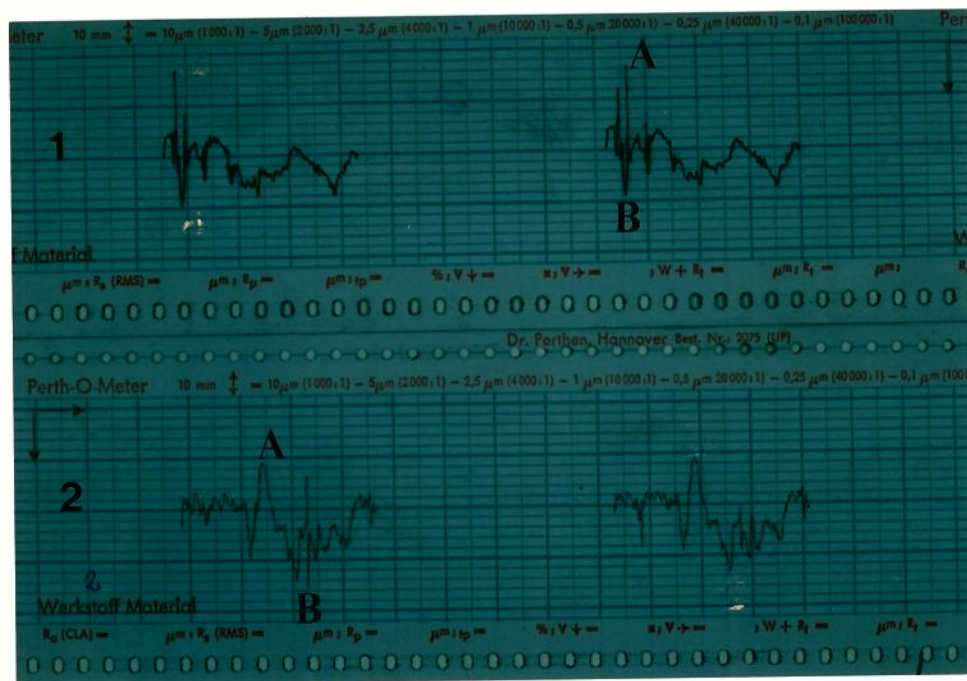


Figura 17 - Amostra dos gráficos obtidos com a Porcelana Duceram com 7 coções e aumento de 100.000 vezes

- 1 - Vitrificação natural
- 2 - Vitrificação artificial
- A - Picos
- B - Vales

V - RESULTADOS

V - RESULTADOS

Os resultados obtidos em nosso trabalho podem ser vistos nas Tabelas 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

Tabela 3 - Médias de Rugosidade Superficial da Porcelana Duceram com vitrificação natural

DUCERAM	VITRIFICAÇÃO NATURAL (μm)		
	1º CORPO DE PROVA	2º CORPO DE PROVA	3º CORPO DE PROVA
4	1,262	0,918	2,336
5	0,490	0,574	0,644
6	1,574	1,182	0,580
7	0,276	0,192	0,494
8	0,418	0,430	1,216

Tabela 4 - Médias de Rugosidade Superficial da Porcelana Duceram com vitrificação artificial

DUCERAM	VITRIFICAÇÃO ARTIFICIAL (μm)		
	1º CORPO DE PROVA	2º CORPO DE PROVA	3º CORPO DE PROVA
4	1,338	1,336	1,296
5	1,776	0,580	1,200
6	0,828	0,450	0,634
7	0,256	0,220	0,382
8	0,406	0,210	1,046

Tabela 5 - Médias de Rugosidade Superficial da Porcelana Willceram com vitrificação natural

WILLCERAM	VITRIFICAÇÃO NATURAL (μm)		
	1º CORPO DE PROVA	2º CORPO DE PROVA	3º CORPO DE PROVA
4	6,320	3,370	3,300
5	2,980	3,156	3,960
6	2,108	2,864	3,230
7	2,310	2,464	2,420
8	2,654	3,860	2,634

Tabela 6 - Médias de Rugosidade Superficial da Porcelana Willceram com vitrificação artificial

WILLCERAM	VITRIFICAÇÃO ARTIFICIAL (μm)		
	1º CORPO DE PROVA	2º CORPO DE PROVA	3º CORPO DE PROVA
4	2,376	3,764	2,482
5	2,744	3,730	4,600
6	3,720	2,950	3,110
7	3,230	2,640	3,668
8	1,990	3,456	2,720

Tabela 7 - Médias de Rugosidade Superficial da Porcelana Vita VMK-68 com vitrificação natural

VITA VMK-68	VITRIFICAÇÃO NATURAL (μm)		
	1º CORPO DE PROVA	2º CORPO DE PROVA	3º CORPO DE PROVA
4	2,238	2,194	3,750
5	1,720	1,430	2,256
6	1,910	1,484	1,786
7	1,560	2,054	4,076
8	6,040	1,686	1,214

Tabela 8 - Médias de Rugosidade Superficial da Porcelana Vita VMK-68 com vitrificação artificial

VITA VMK-68 COZÇÕES	VITRIFICAÇÃO ARTIFICIAL (μm)		
	1º CORPO DE PROVA	2º CORPO DE PROVA	3º CORPO DE PROVA
4	1,954	2,008	2,108
5	2,430	1,774	1,968
6	2,004	1,934	2,840
7	2,056	2,096	2,254
8	2,988	2,166	2,010

Foram obtidos 450 valores de rugosidade provenientes da combinação dos três tipos de porcelana com os dois tipos de vitrificação e 5 cozções, três repetições (corpos de prova) e 5 leituras. Como em FERNANDES, ROSELINO e CAMPOS¹³, os valores foram reduzidos a 90 dados amostrais, representados pela média das 5 leituras (por tratamento).

A análise de variância com o esquema fatorial foi feita e os resultados encontram-se na tabela abaixo.

Tabela 9 - Análise de variância

CV	GL	SQ	QM	F	
PORCELANA (a)	2	83.6073	41.8036	59.95	*
VITRIFICAÇÃO (b)	1	0.1172	0.1172	0.16	NS
COZÇÃO (c)	4	6.8174	1.7043	2.41	*
A x B	2	0.0735	0.0368	0.05	NS
A x C	8	7.7493	0.9687	1.36	NS
B x C	4	3.4143	0.8536	1.20	NS
A x B x C	8	6.2529	0.7816	1.10	NS
RESÍDUO	60	42.5499	0.7092		
Total	89				

(*) significativo 5%
(NS) não significativo

Tendo em vista que tanto o tipo de porcelana como o número de cocções apresentaram significância estatística, foi aplicado o teste de Tukey a esses dois fatores, separadamente, e os resultados podem ser vistos nas tabelas 10 e 11.

Tabela 10: Média de rugosidade das superfícies e valor crítico de Tukey para os contrastes para o fator Porcelana

TIPO DE PORCELANA	MÉDIAS (1)	DMS 5%	DMS 1%
WILLCERAM	3.1537 (a)	0.522	0.685
VITA VMK-68	2.2977 (b)	0.522	0.685
DUCERAM	0.8186 (c)	0.522	0.685

(1) Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

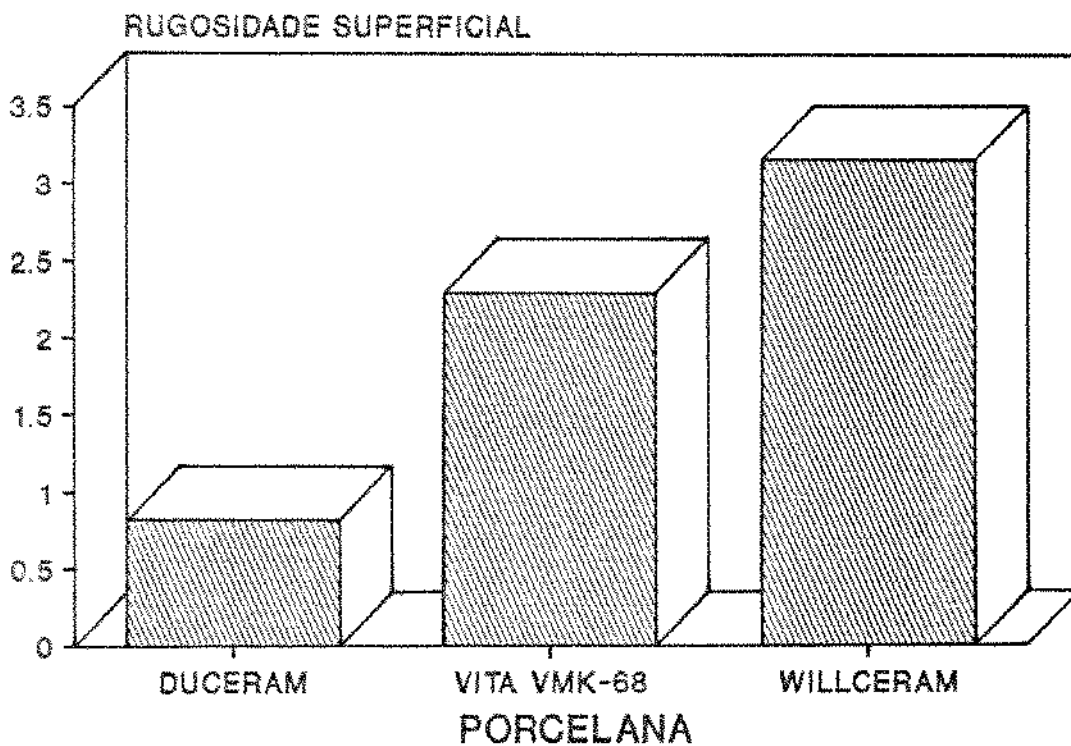


Gráfico 1 - Rugosidade Superficial das Porcelanas

Tabela 11: Média de rugosidade das superfícies e valor crítico de Tukey para os contrastes para o fator número de cocções entre as três porcelanas

NUMERO DE COCÇÕES	MÉDIAS (1)	DMS 5%
4 COCÇÕES	2.5137 a	0.7899
5 COCÇÕES	2.2238 a b	0.7899
8 COCÇÕES	2.0534 a b	0.7899
6 COCÇÕES	1.9424 a b	0.7899
7 COCÇÕES	1.8910 b	0.7899

(1) Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

Tendo em vista que entre as três porcelanas estudadas, 4, 5, 6 e 8 cocções e 5, 6, 7 e 8 cocções apresentaram resultados estatisticamente semelhantes entre si, e que a 4a. cocção apresentou diferença estatística significativa da 7a. cocção, sendo que esta apresentou os menores valores numéricos de rugosidade superficial, decidiu-se analisar as médias de rugosidade das superfícies e valor crítico de Tukey de cocções, dentro de cada tipo de porcelana (Tabelas 12, 13 e 14).

Tabela 12 - Médias de rugosidade das superfícies e valor crítico de Tukey de "cocções", dentro da porcelana "DUCERAM"

TRATAMENTO	Nº REPET.	MÉDIAS	5%	1%
4 COCÇÕES	6	1,414000	a	A
5 COCÇÕES	6	0,869000	a	A
6 COCÇÕES	6	0,870667	a	A
7 COCÇÕES	6	0,301667	a	A
8 COCÇÕES	6	0,837667	a	A

(1) Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

Tabela 13 - Média de rugosidade das superfícies e valor crítico de Tukey de "cocções", dentro da porcelana WILLCERAM

TRATAMENTO	Nº REPET.	MÉDIAS	5%	1%
4 COCÇÕES	6	3,602000	a	A
5 COCÇÕES	6	3,881667	a	A
6 COCÇÕES	6	2,997000	a	A
7 COCÇÕES	6	2,422000	a	A
8 COCÇÕES	6	2,885667	a	A

(1) Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

Tabela 14 - Médias de rugosidade das superfícies e valor crítico de Tukey de "cocções", dentro da porcelana "Vita VMK-68"

TRATAMENTO	Nº REPET.	MÉDIAS	5%	1%
4 COCÇÕES	6	2,525000	a	A
5 COCÇÕES	6	1,937667	a	A
6 COCÇÕES	6	1,939667	a	A
7 COCÇÕES	6	2,349333	a	A
8 COCÇÕES	6	2,667000	a	A

(1) Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

Tendo em vista que entre as três porcelanas estudadas, a sétima cocção foi a que apresentou os menores valores de rugosidade, em média (Tabela 11), decidiu-se então estudar a comparação de médias, entre os três tipos de porcelana, dentro de "7 cocções".

Tabela 15 - Médias de rugosidade das superfícies e valor crítico de Tukey para os contrastes do fator porcelana dentro de 7 cocções

TIPO DE PORCELANA	MÉDIAS (1)	DMS (5%)
DUCERAM	0,301669 a	1,4700
WILLCERAM	2,422000 b	1,4700
VITA VMK-68	2,349333 b	1,4700

(1) Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

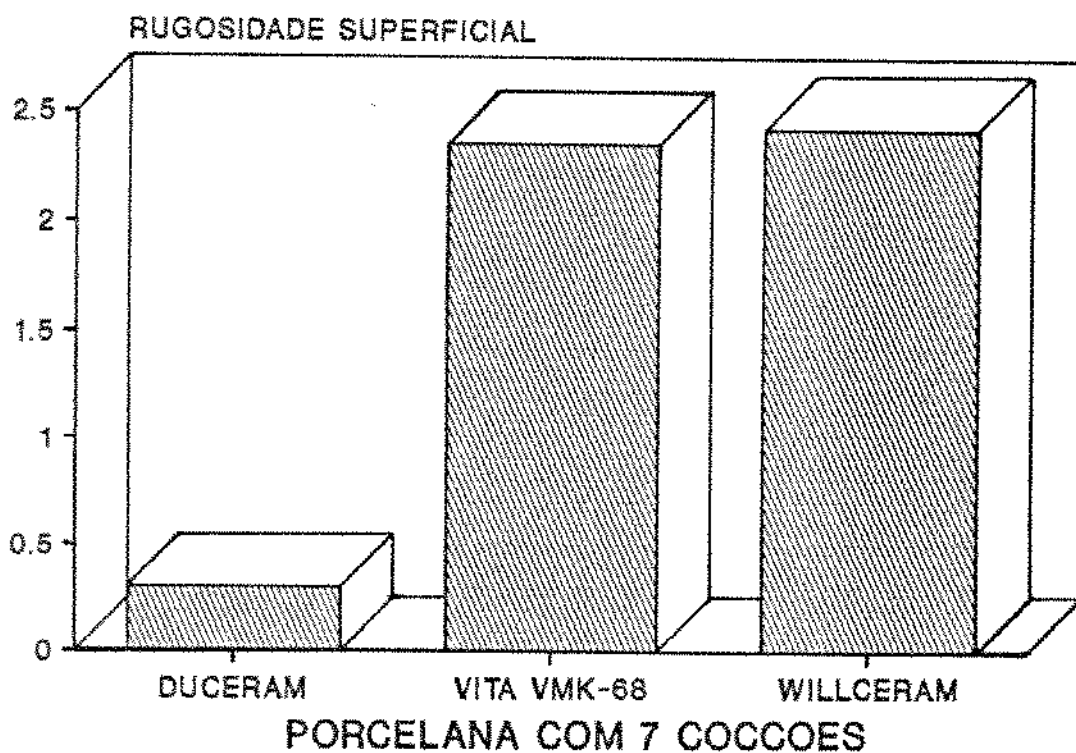


Gráfico 2 - Rugosidade Superficial das Porcelanas com 7 cocções

VI - DISCUSSÃO

VI - DISCUSSÃO

Pelos resultados encontrados na Tabela 9 (pág. 64) observa-se que as variáveis, o tipo de porcelana e o número de cocções apresentaram diferenças estatísticas significativas. O fator vitrificação não foi significante estatisticamente.

Observando-se os resultados apresentados na Tabela 10 (pág. 65), verifica-se que, quando faz-se a comparação de médias com os tipos de porcelana, os três tipos são estatisticamente diferentes entre si, sendo que a porcelana "DUCERAM" apresentou a menor média de rugosidade, seguida pela porcelana "Vita VMK-68" e pela porcelana "WILLCERAM". Segundo BARREIRO, RIESGO e VICENTE¹⁰, a maioria das marcas comerciais de Porcelana Odontológica disponíveis para restauração metalo-cerâmica são vidros feldspáticos parcialmente cristalizados que, à temperatura ambiente, consistem de um cristal tetragonal de leucite ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$), embebidos em matriz vítrea. As propriedades mecânicas das porcelanas dependem da fase vítrea presente, do tipo e conteúdo de material cristalino remanescente na fase vítrea, após a cocção, MacCulloch¹⁶. Os resultados obtidos podem ser explicados pela provável diferença de composição entre as porcelanas estudadas, pois segundo BARGHI¹², a porcelana que apresenta maior quantidade de matriz vítrea produz melhor lisura e conseqüentemente menor rugosidade superficial.

Com relação ao número de cocções, observando-se a Tabela 11 (pág. 66), verifica-se que 4, 5, 6 e 8 cocções não diferem es-

taticamente entre si e que da mesma forma 5, 6, 7 e 8 cocções. O que podemos verificar é que a 4a. cocção é estatisticamente diferente da 7a. cocção, e que esta apresentou a menor média de rugosidade superficial entre os três tipos de porcelana tratadas. No entanto, analisando o número de cocções para cada tipo de porcelana, "DUCERAM" Tabela 12 (pág. 66), a porcelana "WILLCERAM" Tabela 13 (pág. 67) e a porcelana "Vita VMK-6S" Tabela 14 (pág. 67) observa-se que 4, 5, 6, 7 e 8 cocções são estatisticamente semelhantes para os três tipos de porcelana testados. Os nossos resultados não concordam com os trabalhos de BARGHI e RICHARDSON⁰⁵, BARGHI⁰², McLEAN¹⁷, ABADIE⁰¹ e BARRETO⁰⁷, que demonstraram que repetidas cocções e temperaturas excessivamente altas podem ocasionar efeitos prejudiciais a porcelana, tais como: o esgotamento da matriz vítrea e conseqüentemente falta de vitrificação natural, o que nos levou a crer que o que poderia ocasionar efeitos nocivos a porcelana seriam temperaturas de cocção superiores as temperaturas recomendadas; segundo FERNANDES, ROSELINO E CAMPOS¹³, superficies submetidas a temperatura de 980°C (altas temperaturas) no glazeamento, tiveram aumento de rugosidade superficial, provocado pelo afloramento dos cristais de alumina conseqüente ao assentamento da matriz. No entanto, os nossos resultados foram obtidos após repetidas cocções onde utilizamos temperaturas de acordo com as recomendações dos fabricantes.

A análise de variância, Tabela 9 (pág. 64) demonstrou que a vitrificação natural não apresentou diferença estatística significativa da vitrificação artificial, e os resultados obtidos confirmaram estudos anteriores efetuados por BARGHI, ALEXANDER e

DRAUGHN⁰³, ABADIE⁰¹ e COOK, GRISWOLD e POST¹², que demonstraram que o acabamento da porcelana odontológica através da auto-vitrificação ou vitrificação natural obtém resultados com ótima lisura superficial, biologicamente aceitável e semelhantes a lisura superficial obtida através de pós de vitrificantes superficiais (vitrificação artificial). Portanto os nossos resultados eliminaram divergências entre os resultados encontrados por CAMPBELL⁰⁰, que afirmou que o melhor acabamento é obtido através da vitrificação com pós de pigmentos superficiais (vitrificação artificial) e os de ZALKIND, LAUER e STERN²⁴ e GOLDSTEIN¹⁴ que afirmaram que a vitrificação natural é melhor do que a vitrificação com pós de vitrificantes e pigmentos superficiais (vitrificação artificial).

BRACKETT, LEAVY, TURNER et al⁰⁸ demonstraram também que a sobre-vitrificação, realizada por meio da aplicação de pós de vitrificantes superficiais, propiciou maior resistência do que nas porcelanas apenas vitrificadas naturalmente ou vitrificadas e polidas. Estas afirmações nos sugerem a necessidade da realização de novos estudos, a fim de se verificar outras propriedades, além da rugosidade superficial por nós estudada.

Com relação ao acabamento superficial dos discos metálicos, seguindo as instruções dos fabricantes, podemos observar que com os três tipos de porcelana aplicadas aos mesmos, o acabamento indicado mostrou-se eficiente com relação ao número de cocções, sem interferir na rugosidade superficial destas. Segundo BARRETO⁰⁷, o acabamento inadequado proporciona rugosidades na superfície da base metálica, que são fontes de concentração de forças, que podem levar a falhas ocasionando o deslocamento da porce

lana da superfície da mesma. Assim é muito importante que o profissional realize as técnicas de acabamento superficial da base metálica da maneira indicada pelos fabricantes, a fim de se obter os melhores resultados dos materiais utilizados.

VII - CONCLUSÕES

VII - CONCLUSÕES

1 - A análise estatística dos resultados obtidos revelou diferença estatística significativa entre as três marcas comerciais de porcelana. Por ordem decrescente, a porcelana "WILLCERAM" mostrou-se com maior rugosidade superficial, seguida da porcelana "Vita VMK-68" e da porcelana "DUCERAM".

2 - Quanto ao tipo de vitrificação proporcionado, os resultados não demonstraram diferença estatística significativa entre vitrificação natural e vitrificação artificial.

3 - Com relação ao número de cocções, quando os tipos de porcelana foram analisados isoladamente, 4, 5, 6, 7 e 8 cocções não apresentaram diferença estatística significativa.

4 - Com relação ao número de cocções, quando os tipos de porcelana foram analisados em conjunto, para 7 cocções, a porcelana "DUCERAM" obteve as menores médias de rugosidade superficial estatisticamente diferente das porcelanas "WILLCERAM" e "VITA-VMK-68" que apresentaram resultados semelhantes entre si.

VIII - RESUMO

VIII - RESUMO

Tendo em vista o avanço da Odontologia em realizar a reabilitação de uma estrutura dentária perdida através do uso de alguns materiais restauradores estéticos e também devido a algumas controvérsias entre os autores sobre a melhor maneira de conseguir-lo, propusemo-nos a estudar algumas variáveis técnicas da porcelana odontológica usada em metalo-cerâmica.

Neste estudo verificamos a influência do número de cozidas e do tipo de vitrificação dado a porcelana, sobre a rugosidade superficial de três marcas de porcelana disponíveis no mercado odontológico.

A estrutura metálica dos corpos de prova, em número de 90, foi obtida pela técnica da cera perdida, utilizando ligas metálicas a base de níquel-cromo indicadas para metalo-cerâmica. As fundições foram executadas utilizando as técnicas recomendadas pelo fabricante.

A seguir, foram preparados 90 corpos de prova em porcelana, sendo 30 para cada marca, divididos em 10 grupos de 3. Esses 10 grupos foram subdivididos em 2, sendo 5 grupos para vitrificação natural e 5 grupos para vitrificação artificial e submetidos a 4, 5, 6, 7 e 8 cozidas.

Os corpos de prova foram levados a um rugosímetro a fim de verificarmos sua lisura superficial, cujos resultados forneceram as conclusões seguintes:

- 1 - As três porcelanas estudadas apresentaram resultados estatisticamente diferentes entre si.
- 2 - O número de cocções, para cada tipo de porcelana quando analisadas isoladamente, demonstrou que 4, 5, 6, 7 e 8 cocções são estatisticamente semelhantes entre si.
- 3 - O tipo de vitrificação, natural ou artificial não apresentou diferença estatística significativa.

IX - SUMMARY

IX - SUMMARY

In view of the advance of Odontology in carrying out the rehabilitation of a lost dental structure, through the use of some aesthetic restorative materials and also due to some controversies among the authors about the best way to achieve this, we proposed to study some technical variables of odontological porcelain used in metal-ceramics.

In this study we checked the influence of the number of coctions and the type of vitrification given to the porcelain, on a surface roughness of three brands of porcelain available on the odontological market.

The metallic structure of 90 proof bodies was obtained by the lost wax technique, using nickel-chrome based metals alloys indicated for metal-ceramics. The castings were carried out using the manufactures recommended techniques.

Following, we prepared 90 proof bodies in porcelain, being 30 for each brand, divided into 10 groups of 3. These 10 groups were subdivided into 2, being 5 groups for natural vitrification and 5 groups with artificial vitrification and submitted to 4, 5, 6, 7 and 8 coctions.

Once the proof bodies were taken to a Rugosimeter with the object of checking the surface smoothness themselves, whose results furnished the following conclusions:

1 - The three porcelain studied presented statistically different results among them.

- 2 - The number of coctions, for each brand, when analysing separately porcelain, demonstrated that 4, 5, 6, 7 and 8 coctions were similar statistically among themselves.
- 3 - The type of vitrification, natural or artificial did not present significant statistical differences.

X - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

X - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 01 - ABADIE, F. R. Porcelain surface characterization and staining in the office. J. prosth. Dent., New Orleans, v. 51, n. 2, p. 161-165, Feb. 1984.
- 02 - BARGHI, N. Color and glaze: Effects of repeated firings. J. prosth. Dent., San Antonio, v. 47, n. 4, p. 393-395, Apr. 1982.
- 03 - BARGHI, N., ALEXANDER, I., DRAUGHN, R. A. When to glaze - An electron microscope study. J. prosth. Dent., Charleston, v. 35, n. 6, p. 648-653, June 1976.
- 04 - BARGHI, N., KING, C. J., DRAUGHN, R. A. A study of porcelain surfaces as utilized in fixed prosthodontics. J. prosth. Dent., Charleston, v. 34, n. 3, p. 314-319, Sept. 1975.
- 05 - BARGHI, N., RICHARDSON, J. T. A study of various factors influencing shade of bonded porcelain. J. prosth. Dent., San Antonio, v. 39, n. 3, p. 282-284, Mar. 1978.

* De acordo com NBR 6023 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1989. Abreviaturas de Periódicos: "World Medical Periodicals".

- 06 - BARREIRO, M. M., RIESGO, O., VICENTE, E. E. Phase identification in dental porcelains for ceramo-metallic restorations. Dent. Mater., Buenos Aires, v. 5, p. 51-57, Jan. 1989.
- 07 - BARRETO, M. T. Failures in ceramometal fixed restorations. J. prosth. Dent., New York, v. 51, n. 2, p. 186-189, Feb. 1984.
- 08 - BRACKETT, S. E., LEAVY, J. M., TURNER, K. A. et al. An evaluation of porcelain strength and the effect of surface treatment. J. prosth. Dent., Oklahoma City, v. 61, n. 4, p. 446-451, Apr. 1989.
- 09 - CAMPBELL, S. D. Evaluation of surface roughness and polishing techniques for new ceramic materials. J. prosth. Dent., Boston, v. 61, n. 5, p. 563-569, May 1989.
- 10 - CARRANZA, F. A. Periodontia Clinica de Glickman. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Jr. S/A, 1983.
- 11 - CHAN, C., WEBER, H. Plaque retention on teeth restored with full-ceramic crowns: A comparative study. J. prosth. Dent., Tubingen, v. 56, n. 6, p. 666-671, Dec. 1986.

- 12 - COOK, P. A., GRISWOLD, W. H. POST, A. C. The effect of superficial colorant and glaze on the surface texture of vacuum-fired porcelain. J. prosth. Dent., Washington, v. 51, n. 4, p. 476-484, Apr. 1984.
- 13 - FERNANDES, L. T., ROSELINO, R. B., CAMPOS, G. M. Efeitos da temperatura de glazamento na textura superficial da porcelana. Revta Fac. Odont. Rib. Preto, Ribeirão Preto, v. 21, n. 1, p. 25-36, JAN./JUN. 1984.
- 14 - GOLDSTEIN, R. E. Finishing of composites and Laminates. Dent Clin. N. Am., Atlanta, v. 33, n. 2, p. 305-318, Apr. 1989.
- 15 - KLAUSNER, L. H., CARTWRIGHT, C. B., CHARBENEAU, G. T. Polish versus autoglazed porcelain surfaces. J. prosth. Dent., Ann Arbor, v. 47, n. 2, p. 157-162, Feb. 1982.
- 16 - MACCULLOCH, W. T. The properties of dental porcelains in relation to their compositions. J. dent. Res., Manchester, v. 48, n. 6, p. 1111, 1969.
- 17 - McLEAN, J. W. Dental Ceramics - Proceedings of the First International Symposium on Ceramics. 11 ed. Chicago: Quintessence Publishing Co: 1983.

- 18 - MONASKY, G. E., TAYLOR, D. F. Studies on the wear of porcelain, enamel, and gold. J. prosth. Dent., Chapel Hill, v. 25, n. 3, p. 299-306, Mar. 1971.
- 19 - PHILIPS, R. W. Materiais Dentários de Skinner. 8. Ed., Rio de Janeiro: Guanabara S/A, 1986.
- 20 - PODSHADLEY, A. G., HARRISON, J. D. Rat connective tissue response to pontic materials. J. prosth. Dent., St. Louis, v. 16, n. 1, p. 110-118, Jan./Feb. 1966.
- 21 - RUFFINO, R. T., AGOSTINHO, W. L., RODRIGUES, A. C. S. et al. Tolerâncias, Ajustes, Desvios e Análise das Dimensões. 1988. Cap. 3: Tolerâncias Geométricas, p. 192-220.
- 22 - SMITH, G. A., WILSON, N. H. F. The surface finish of Trimmed Porcelain. Br. dent. J., London, v. 151, p. 222-224, Oct. 1981.
- 23 - SULIK, W. D., PLEKAVICH, E. J. Surface finishing of dental porcelain. J. prosth. Dent., Washington, v. 46, n. 2, p. 217-221, Aug. 1981.
- 24 - ZALKIND, M., LAUER, S., STERN, N. Porcelain surface texture after reduction and natural glazing. J. prosth. Dent., Jerusalem, v. 55, n. 1, p. 30-33, Jan. 1986.

XI - APÉNDICE

XI - APÊNDICE (ANÁLISE ESTATÍSTICA)

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL: FATORIAL

OBSERVAÇÕES NÃO TRANSFORMADAS

NOME DOS FATORES

FATOR	NOME
A	PORCELANA
B	VITRIFICAÇÃO
C	COCÇÃO

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIANÇIA

CAUSAS DA VARIACÃO	G. L.	S. G.	Q. M.	VALOR F	PROB. >F
PORCELANA	2	83.8072920	41.8036460	58.9477	0.00001
VITRIFICAÇÃO	1	0.1172149	0.1172149	0.1653	0.68854
COCÇÃO	4	6.8174388	1.7043596	2.4033	0.05877
POR#VITR.	2	0.0735555	0.0367778	0.0519	0.94942
POR#COC.	8	7.7492897	0.9686612	1.3659	0.22940
VITR#COC	4	3.4143943	0.8535836	1.2036	0.31826
POR#VITR#COC	8	6.2528640	0.7816080	1.1022	0.37460
RESÍDUO	60	42.5489008	0.7091650		
TOTAL	89	150.5818898			

MEDIA GERAL = 2.086667

COEFICIENTE DE VARIACÃO = 40.357%

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PORCELANA

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	WILLCERAM	3.153667	3.153667	a	A
2	3	VITA VMK-68	2.287733	2.287733	b	B
3	1	DUCERAM	0.818600	0.818600	c	C

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO

D. M. S. 5% = 0.52275 - D. M. S. 1% = 0.65805

MEDIAS DO FATOR PORCELANA
DENTRO DE NATURAL DO FATOR VITRIFICAÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	DUCERAM	15	0.842933	0.842933
2	WILLCERAM	15	3.162133	3.162133
3	VITA VMK-68	15	2.363200	2.363200

MEDIAS DO FATOR PORCELANA
DENTRO DE ARTIFIC DO FATOR VITRIFICAÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	DUCERAM	15	0.794267	0.794267
2	WILLCERAM	15	3.145200	3.145200
3	VITA VMK-68	15	2.212267	2.212267

MEDIAS DO FATOR PORCELANA
DENTRO DE 4 COCÇÖES DO FATOR COCÇÖO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS
1	DUCERAM	6	1.414000	1.414000
2	WILLCERAM	6	3.602000	3.602000
3	VITA VMK-68	6	2.525000	2.525000

MÉDIAS DO FATOR PORCELANA
DENTRO DE 5 COCÇÕES DO FATOR COCÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	DUCERAM	6	0.869000	0.869000
2	WILLCERAM	6	3.261667	3.261667
3	VITA VMK-88	6	1.937667	1.937667

MÉDIAS DO FATOR PORCELANA
DENTRO DE 6 COCÇÕES DO FATOR COCÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	DUCERAM	6	0.870667	0.870667
2	WILLCERAM	6	2.997000	2.997000
3	VITA VMK-88	6	1.959667	1.959667

MÉDIAS DO FATOR PORCELANA
DENTRO DE 7 COCÇÕES DO FATOR COCÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	DUCERAM	6	0.301667	0.301667
2	WILLCERAM	6	2.422000	2.422000
3	VITA VMK-88	6	2.349333	2.349333

MÉDIAS DO FATOR PORCELANA
DENTRO DE 8 COCÇÕES DO FATOR COCÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	DUCERAM	6	0.637667	0.637667
2	WILLCERAM	6	2.885667	2.885667
3	VITA VMK-88	6	2.667000	2.667000

MÉDIAS DO FATOR VITRIFICAÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	NATURAL	45	2.122756	2.122756
2	ARTIFIC	45	2.050578	2.050578

MÉDIAS DO FATOR VITRIFICAÇÃO
DENTRO DE DUCERAM DO FATOR PORCELANA

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	NATURAL	15	0.842933	0.842933
2	ARTIFIC	15	0.794267	0.794267

MÉDIAS DO FATOR VITRIFICAÇÃO
DENTRO DE WILLCERAM DO FATOR PORCELANA

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	NATURAL	15	3.162133	3.162133
2	ARTIFIC	15	3.145200	3.145200

MÉDIAS DO FATOR VITRIFICAÇÃO
DENTRO DE VITA VMK-68 DO FATOR PORCELANA

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	NATURAL	15	2.363200	2.363200
2	ARTIFIC	15	2.212267	2.212267

MÉDIAS DO FATOR VITRIFICAÇÃO
DENTRO DE 4 COCÇÕES DO FATOR COCÇÕES

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	NATURAL	9	2.854000	2.854000
2	ARTIFIC	9	2.173333	2.173333

MÉDIAS DO FATOR VITRIFICAÇÃO
DENTRO DE 5 COCÇÕES DO FATOR COCÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	NATURAL	9	2.138889	2.138889
2	ARTIFIC	9	2.306667	2.306667

MÉDIAS DO FATOR VITRIFICAÇÃO
DENTRO DE 6 COCÇÕES DO FATOR COCÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	NATURAL	9	1.855333	1.855333
2	ARTIFIC	9	2.029556	2.029556

MÉDIAS DO FATOR VITRIFICAÇÃO
DENTRO DE 7 COCÇÕES DO FATOR COCÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	NATURAL	9	1.515333	1.515333
2	ARTIFIC	9	1.866667	1.866667

MÉDIAS DO FATOR VITRIFICAÇÃO
DENTRO DE 8 COCÇÕES DO FATOR COCÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	NATURAL	9	2.250222	2.250222
2	ARTIFIC	9	1.876667	1.876667

TESTE DE TUKEY PARA MÉDIAS DE COCÇÃO

NUM. ORDEM	NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	COCÇÕES	18	2.513667	2.513667	a	A
2	2	COCÇÕES	18	2.222778	2.222778	ab	A
3	5	COCÇÕES	18	2.063444	2.063444	ab	A
4	3	COCÇÕES	18	1.942444	1.942444	ab	A
5	4	COCÇÕES	18	1.691000	1.691000	b	A

MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO

D. M. S. 5% = 0.76999 - D. M. S. 1% = 0.95672

MÉDIAS DO FATOR COCÇÃO
DENTRO DE DUCERAM DO FATOR PORCELANA

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	COCÇÕES	6	1.414000	1.414000
2	COCÇÕES	6	0.869000	0.869000
3	COCÇÕES	6	0.870667	0.870667
4	COCÇÕES	6	0.301667	0.301667
5	COCÇÕES	6	0.637667	0.637667

MÉDIAS DO FATOR COCÇÃO
DENTRO DE WILLCERAM DO FATOR PORCELANA

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	COCÇÕES	6	3.602000	3.602000
2	COCÇÕES	6	3.861667	3.861667
3	COCÇÕES	6	2.997000	2.997000
4	COCÇÕES	6	2.422000	2.422000
5	COCÇÕES	6	2.888667	2.888667

MÉDIAS DO FATOR COCÇÃO
DENTRO DE VITA VMK-68 DO FATOR PORCELANA

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	COCÇÕES	6	2.525000	2.525000
2	COCÇÕES	6	1.937667	1.937667
3	COCÇÕES	6	1.959667	1.959667
4	COCÇÕES	6	2.349333	2.349333
5	COCÇÕES	6	2.667000	2.667000

MÉDIAS DO FATOR COCÇÃO
DENTRO DE NATURAL DO FATOR VITRIFICAÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	COCÇÕES	9	2.854000	1.854000
2	COCÇÕES	9	2.138889	2.138889
3	COCÇÕES	9	1.855333	1.855333
4	COCÇÕES	9	1.515333	1.515333
5	COCÇÕES	9	2.250222	2.250222

MÉDIAS DO FATOR COCÇÃO
DENTRO DE ARTIFICIAL DO FATOR VITRIFICAÇÃO

NUM. TRAT.	NOME	NUM. REPET.	MÉDIAS	MÉDIAS ORIGINAIS
1	COCÇÕES	9	2.173333	2.173333
2	COCÇÕES	9	2.306667	2.306667
3	COCÇÕES	9	2.029556	2.029556
4	COCÇÕES	9	1.866667	1.866667
5	COCÇÕES	9	1.876667	1.876667

Para a análise estatística utilizou-se o esquema fatorial em um delineamento inteiramente ao acaso, com os seguintes fatores:

Fator A = Porcelana

Níveis do Fator A: Duceram

Willceram

Vita VMK-68

Fator B = Tipo de Vitrificação

Níveis do Fator B: Natural

Artificial

Fator C = Número de Cocções

Níveis do Fator C: 4 cocções

5 cocções

6 cocções

7 cocções

8 cocções

Variável medida: leitura da rugosidade das superfícies

(Ra)

De cada corpo de prova foram obtidos 5 leituras de rugosidade, para cada combinação de tratamento (30).

O modelo estatístico para a análise.

$$Y_{ijklks} = \mu + A_i + B_j + C_k + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + E_{ijklks}$$

Onde:

μ é a média geral

A_i efeito do i-ésimo tipo de porcelana

B_j efeito do j-ésimo tipo de vitrificação

C_k efeito do k-ésimo tipo de cocção

AB_{ij} efeito do i-ésimo tipo de porcelana com o j-ésimo tipo de vitrificação

AC_{ik} efeito do i-ésimo tipo de porcelana com o k-ésimo tipo de cocção

BC_{jk} efeito do j-ésimo tipo de vitrificação com o k-ésimo tipo de cocção

ABC_{ijk} efeito do i-ésimo tipo de porcelana com o j-ésimo tipo de vitrificação e o k-ésimo tipo de cocção

E_{ijklks} erro aleatório $N(0, S^2)$

Com o seguinte esquema

CV	GL
Porcelana (A)	2
Vitrificação (B)	1
Cocções (C)	4
A x B	2
A x C	8
B x C	4
A x B x C	8
Resíduo	60
Total	89

Foi aplicado também o teste de Tukey para encontrar quais as médias de tratamento (encontrando significância) que seriam diferentes entre si.

REP	P1G1Q1	P1G1Q2	P1G1Q3	P1G1Q4	P1G1Q5
I	1,282	0,480	1,574	0,276	0,418
II	0,918	0,574	1,182	0,192	0,430
III	2,336	0,644	0,560	0,484	1,316
\bar{X}	1,5048	0,566	1,1053	0,3173	0,7213
S^2	0,3655	0,0056	0,1743	0,0151	0,1768

REP	P1G2Q1	P1G2Q2	P1G2Q3	P1G2Q4	P1G2Q5
I	1,338	1,756	0,826	0,256	0,408
II	1,336	0,560	0,448	0,220	0,210
III	1,296	1,200	0,634	0,382	1,046
\bar{X}	1,3293	1,172	0,636	0,286	0,554
S^2	0,00037	0,2388	0,0238	0,0048	0,1274

REP	P2G1Q1	P2G1Q2	P2G1Q3	P2G1Q4	P2G1Q5
I	6,320	2,980	2,108	2,310	2,654
II	3,370	5,156	2,864	2,464	3,860
III	3,300	3,960	3,230	0,222	2,634
\bar{X}	4,330	4,032	2,734	1,665	3,049
S^2	1,9809	0,7917	0,2186	0,10455	0,3286

REP	P2G2Q1	P2G2Q2	P2G2Q3	P2G2Q4	P2G2Q5
I	2,376	2,744	3,720	3,230	1,990
II	3,764	3,730	2,950	2,640	3,456
III	2,482	4,600	3,110	3,666	2,720
\bar{X}	2,2073	3,691	3,260	3,179	2,722
S^2	1,9508	0,5748	0,1101	0,1768	0,3581

REP	P361 Q1	P361 Q2	P361 Q3	P361 Q4	P361 Q5
I	2,238	1,720	1,910	1,560	6,040
II	2,194	1,480	1,484	2,054	1,686
III	3,750	2,256	1,756	4,076	1,214
\bar{X}	2,7273	1,8187	1,7267	2,5633	2,98
S^2	0,5232	0,1052	0,0320	1,1847	4,7189

REP	P362Q1	P362Q2	P362Q3	P362Q4	P362Q5
I	1,954	2,430	2,004	2,056	2,886
II	2,908	1,774	1,934	2,096	2,166
III	2,106	1,966	2,540	2,284	2,010
\bar{X}	2,3227	2,0567	2,1927	2,1353	2,354
S^2	0,1751	0,0756	0,1009	0,0073	0,1455