

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

PRISCILA CEOLIN MENEGHETTI

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE COROAS CERÂMICAS MONOLÍTICAS FABRICADAS
EM CAD/CAM CIMENTADAS SOBRE DIFERENTES PILARES DE IMPLANTE**

Porto Alegre
2019

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO | DENTÍSTICA RESTAURADORA**

PRISCILA CEOLIN MENEGHETTI

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE COROAS CERÂMICAS MONOLÍTICAS
FABRICADAS EM CAD/CAM CIMENTADAS SOBRE DIFERENTES
PILARES DE IMPLANTE**

2019

PRISCILA CEOLIN MENEGHETTI

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE COROAS CERÂMICAS MONOLÍTICAS
FABRICADAS EM CAD/CAM CIMENTADAS SOBRE DIFERENTES
PILARES DE IMPLANTE**

**Dissertação apresentada como requisito
para a obtenção do grau de Mestre em
Odontologia, área de Concentração em
Dentística Restauradora, pelo programa
de Pós-graduação em Odontologia da
Escola de Ciências da Saúde da
Pontifícia Universidade Católica do Rio
Grande do Sul.**

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Júnior

PORTO ALEGRE

2019

Ficha Catalográfica

M541r Meneghetti, Priscila Ceolin

Resistência à fratura de coroas cerâmicas monolíticas fabricadas em CAD/CAM cimentadas sobre diferentes pilares de implante / Priscila Ceolin Meneghetti . – 2019.

30.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Júnior.

1. Cerâmica monolítica. 2. CAD/CAM. 3. Resistência à fratura. 4. Implante dentário. I. Burnett Júnior, Luiz Henrique. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecária responsável: Salete Maria Sartori CRB-10/1363

PRISCILA CEOLIN MENEGHETTI

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE COROAS CERÂMICAS MONOLÍTICAS
FABRICADAS EM CAD/CAM CIMENTADAS SOBRE DIFERENTES
PILARES DE IMPLANTE**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Odontologia, Área de Dentística Restauradora, pelo programa de Pós-Graduação em Odontologia da Escola de Ciências da Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Aprovada em: 14 de março de 2019.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcel Fasolo de Paris

Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Júnior

Prof^a. Dr^a. Ana Maria Spohr

PORTO ALEGRE

2019

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Aos meus pais, **Robertinho e Zenita**, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Por me transmitirem segurança e que mesmo longe estão sempre perto.

Aos meus irmãos, **Rosana e Luiz Roberto**, que sempre foram exemplos para mim, e me fazem acreditar que é possível.

Ao **Gustavo Ciccone**, que comemorou comigo cada conquista. Obrigada pelo carinho e compreensão.

Ao meu querido colega e amigo **Dr. Paulo Eduardo Pittas do Canto**, que além dos ensinamentos odontológicos, me ensina muito sobre a vida. Obrigada pela acolhida na Clínica Contento, e por me proporcionar fazer uma odontologia humanizada e de excelência.

Ao **Dr. Waldemar Daudt Polido**, que sempre me incentivou ir além, me inspirou a seguir uma carreira acadêmica, praticando uma odontologia baseada em evidências científicas.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Luiz Henrique Burnett Junior**, que na liberdade me ensinou a ter foco e disciplina, pelo incentivo em continuar estudando.

À **CAPES**, pela bolsa de estudo concedida.

À **Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**, por me receber tão bem, em nome de todos professores, funcionários e colegas.

AGRADECIMENTOS

A Professora **Ana Maria Spohr**, que me acompanhou na reta final e contribuiu muito na parte da pesquisa, meus sinceros agradecimentos.

Aos meus queridos colegas Maurício, Pâmella, Melissa, Fernanda, Renata, Bianca, Cristiane, Deise, Jonas e demais, com quem compartilhei dias de aprendizado e contribuíram para o meu crescimento.

À toda **equipe** da **Contento – Odontologia Especializada**, dentistas e funcionários, que sempre vibraram com as minhas conquistas e ajudaram na realização do mestrado.

Às minhas amigas que foram fenomenais nessa etapa da vida, pela compreensão durante minhas ausências neste período.

Às empresas **Straumann** e **Ivoclar Vivadent**, que forneceram apoio e facilidades com o material para a realização desta pesquisa.

*“A mente que se abre a uma nova ideia,
jamais voltará ao seu tamanho original.”*

Albert Einstein

RESUMO

Objetivo: avaliar a resistência à fratura de coroas cerâmicas monolíticas com diferentes espessuras e cimentadas sobre pilar sólido e tiBase. As hipóteses apresentadas são que (i) a presença do orifício do parafuso de fixação diminui a resistência à fratura das coroas, (ii) o material restaurador influencia na resistência à fratura, (iii) a espessura da restauração influencia na resistência à fratura das restaurações. *Materiais e métodos:* Um total de 64 coroas de segundo pré-molar superior foram confeccionadas para os pilares Sólido e Variobase C[®] (tiBase) sobre o análogo do implante Straumann Tissue Level. As coroas foram confeccionadas em dissilicato de lítio (IPS e.max CAD) e zircônia (Incoris ZI) com 0,5 mm e 1,5 mm de espessura na face oclusal, e divididas em 8 grupos (n=8): SE05, SE15, SZ05, SZ15, VE05, VE15, VZ05, VZ15. As coroas foram cimentadas com cimento resinoso e o acesso ao parafuso restaurado com resina composta. Após ciclagem mecânica, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de resistência à fratura na máquina de ensaio universal e a força máxima registrada em Newtons (N). Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk seguido de ANOVA 3-way e Tukey ($\alpha=5\%$). *Resultados:* SZ15: 5368,6 N \pm 536,74^A; SZ05: 4809,8 N \pm 857,55^A; SE15: 2068,8 N \pm 359,77^B; SE05: 1887,4N \pm 276,94^B; VZ15: 1935,5N \pm 274,51^B; VZ05: 1759,4 N \pm 334,34^B; VE15: 963,5 N \pm 198,92^C; VE05: 924,8 N \pm 152,01^C. *Conclusões:* A presença do canal de acesso ao parafuso reduziu pela metade a resistência à fratura das coroas quando comparados com as coroas cimentadas sobre pilar sólido. A zircônia Incoris ZI apresentou maior resistência à fratura do que o IPS e.max CAD independente do pilar e da espessura. As diferentes espessuras das restaurações tiveram pouca influência na resistência à fratura.

Palavras Chaves: Cerâmica monolítica, CAD/CAM, resistência à fratura, implante dentário, zircônia, dissilicato de lítio, tiBase, pilar sólido

FRACTURE RESISTANCE OF MONOLITHIC CAD/CAM CERAMIC CROWS CIMENTED ON DIFFERENT IMPLANT ABUTMENTS

ABSTRACT

Objective: to evaluate the fracture strength of monolithic ceramic unit crowns with different thickness and cemented on solid abutment and tiBase. The hypotheses presented are that (i) the presence of the fixing screw hole decreases the crown fracture strength, (ii) the restoring material influences the fracture resistance, (iii) the restoration thickness influences the fracture resistance of the restorations. *Materials and methods:* A total of 64 upper second premolar crowns were made for the solid abutment and Variobase C[®] abutment over the implant analog Straumann Tissue Level. The crowns were made of lithium disilicate (IPS e.max CAD) and zirconia (Incoris ZI) with 0,5 mm and 1,5 mm thickness in the occlusal, and divided into 8 groups (n = 8): SE05, SE15, SZ05, SZ15, VE05, VE15, VZ05, VZ15. The crowns were cemented with resin cement and the screw access restored with composite resin. After mechanical cycling, the specimens were submitted to the test of fracture resistance in the universal test machine and the maximum force recorded in Newtons (N). The results were submitted to the Shapiro-Wilk test followed by 3-way ANOVA and Tukey ($\alpha= 5\%$). *Results:* SZ15: 5368,6 N \pm 536,74 ^A; SZ05: 4809,8 N \pm 857,55 ^A; SE15: 2068,8 N \pm 359,77 ^B; SE05: 1887,4N \pm 276,94 ^B; VZ15: 1935,5N \pm 274,51 ^B; VZ05: 1759,4 N \pm 334,34 ^B; VE15: 963,5 N \pm 198,92 ^C; VE05: 924,8 N \pm 152,01 ^C. *Conclusions:* The presence of the screw access channel reduced in half the fracture strength of the crowns when compared to the crowns cemented on a solid abutment. Incoris ZI showed higher fracture resistance than the IPS e.max CAD independent of the abutment and thickness. The different thicknesses of the restorations had little influence on fracture resistance.

KEY WORDS: Monolithic ceramics, CAD/CAM, dental implant, fracture strength, lithium disilicate, zirconia, tiBase, solid abutment

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
2.1 Confeção dos corpos de prova.....	14
2.2 Análise do tipo de falha.....	17
2.3 Metodologia de resistência à fratura.....	18
2.4 Metodologia de ciclagem mecânica.....	18
2.5 Análise estatística.....	19
3. RESULTADOS.....	20
4. DISCUSSÃO.....	22
5. CONCLUSÃO.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A confecção de coroas unitárias sobre implante ficou mais simples e eficiente em termos de tempo no momento em que os scanners intraorais começaram a fazer parte do dia-a-dia do cirurgião-dentista.(1) A racionalização dos processos e interação com o laboratório de prótese, ou mesmo no uso chair-side, permitiu a confecção de pilares protéticos, coroas provisórias e definitivas com materiais monolíticos fresados no CAD/CAM (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing). Blocos de zircônia, dissilicato de lítio, cerâmica híbrida e polímeros têm sido recomendados para esses sistemas para fabricar restaurações sobre implantes com elevada estética e precisão.(1-3)

O uso de coroas monolíticas tem se tornado uma excelente opção de tratamento devido à ausência de falhas, como o lascamento, que ocorre com as coroas multi-layers com base de zircônia.(4-8) A cerâmica de dissilicato de lítio e a zircônia estabilizada por ítria apresentam alto módulo de elasticidade permitindo assim aplicação de elevadas cargas mastigatórias sobre o material.(9-11)

Coroas unitárias sobre implantes podem ser realizadas sobre abutments de titânio ou zircônia, onde ambos demonstram uma baixa taxa de falhas e complicações biológicas.(12,13) O titânio é geralmente preferido por causa de sua biocompatibilidade e propriedades mecânicas.(10,12) Já o desgaste apresentado entre a interface do implante de titânio e o pilar de zircônia levou à incorporação de novas interfaces de titânio unidas para coroas de implantes unitários aparafusadas e cimentadas.(14)

Essa nova interface de titânio, chamada tiBase, pode ser usada para coroas cimentadas, aparafusadas ou sobre-estruturas.(12) A combinação desse link com os blocos de cerâmica perfurados fornece um encaixe íntimo entre os componentes.(15) Essas perfurações apresentam dois tamanhos, S (small) e L (large), para diferentes

diâmetros de implantes. Por meio de um corpo de escaneamento (scanbody) é realizada a leitura da posição do implante. O modelo digitalizado da restauração é então calculado para que o canal de acesso ao parafuso esteja na posição correta e possa ser fresado.(16) Após a fresagem, as coroas podem ser cimentadas extraoralmente, facilitando a remoção do excesso de cimento, evitando assim uma das causas de periimplantite.(17) O conjunto é aparafusado no implante, realizado o torque no parafuso, e o orifício é então selado com resina composta.

Em casos de próteses cimentadas, os pilares sólidos são muito utilizados, principalmente para confecção de coroas metalo-cerâmicas. No entanto, no trabalho de Stona *et al.* (18), pilares sólidos foram escaneados e testados como uma alternativa para confecção de restaurações cerâmicas monolíticas confeccionadas em CAD/CAM, sendo os resultados promissores devido aos altos valores de resistência à fratura obtidos no estudo.

Dentre os blocos perfurados para CAD/CAM existentes no mercado, não há dados com os blocos de dissilicato de lítio e zircônia industrialmente perfurados. Assim, a influência da presença do orifício do parafuso e da espessura da cerâmica na resistência à fratura deste material ainda são desconhecidos. Portanto, este estudo teve o objetivo de avaliar a resistência à fratura de coroas monolíticas de dissilicato de lítio e zircônia confeccionadas em CAD/CAM, cimentadas sobre pilar sólido e cimentada/aparafusadas sobre pilar tiBase com diferentes espessuras na face oclusal (0,5 mm e 1,5mm). O estudo foi desenvolvido sob as hipóteses de que (i) a presença do orifício do parafuso de fixação diminui a resistência à fratura das coroas confeccionadas sobre pilar tiBase quando comparadas às cimentadas sobre pilar sólido, (ii) o material restaurador influencia na resistência à fratura, (iii) a espessura da restauração influencia na resistência à fratura das restaurações.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Confeção dos corpos de prova

Análogos do implante Straumann Tissue Level RN foram embutidos em blocos de PVC (polimetilmetacrilato), com 25 mm de diâmetro, preenchidos com resina acrílica autopolimerizável (Jet Clássico, Clássico Indústria Brasileira, São Paulo, SP, Brasil), sendo as amostras colocadas numa pressurizadora a ar (Air Press) por 10 minutos. Foi realizado a instalação dos pilares tiBase: Variobase C® Straumann para Cerec (Straumann, Basel, Suíça), medindo 5,0 mm de altura e pilares do tipo Sólido (Straumann, Basel, Suíça), medindo 5,5 mm de altura, que receberam torque de 35N, conforme orientação do fabricante (Figura 1). Foram obtidos oito grupos (n=8) de acordo com o pilar, a cerâmica e a espessura da mesma (Tabela 1).

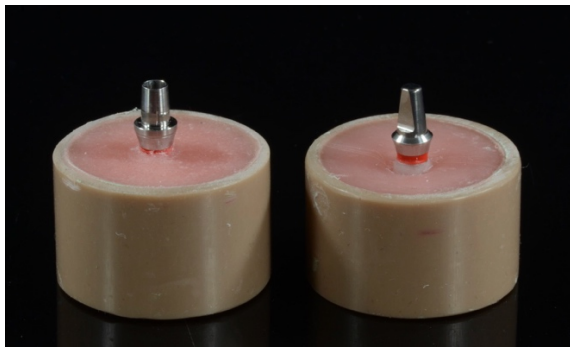


Figura 1. Amostras confeccionadas com os pilares Variobase C e Sólido instalados sobre análogo do implante Straumann TL.

Tabela 1. Grupos experimentais.

Grupo	Pilar	Cerâmica	Espessura	n
SE05	Sólido	IPS e.max CAD	0,5 mm	8
SE15	Sólido	IPS e.max CAD	1,5 mm	8
SZ05	Sólido	Zircônia Incoris ZI	0,5 mm	8
SZ15	Sólido	Zircônia Incoris ZI	1,5 mm	8
VE05	Variobase C	IPS e.max CAD	0,5 mm	8
VE15	Variobase C	IPS e.max CAD	1,5 mm	8
VZ05	Variobase C	Zircônia Incoris ZI meso	0,5 mm	8
VZ15	Variobase C	Zircônia Incoris ZI meso	1,5 mm	8

As coroas cerâmicas (Tabela 2) de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD) e zircônia (InCoris ZI) foram confeccionadas através do Sistema CAD/CAM utilizando o Software InLab (versão 16.1, Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Alemanha). Os pilares tiBase foram escaneados com o scanner intra-oral Omnicam Connect (Sirona), através do corpo de escaneamento (Scanbody, Sirona) e os pilares sólidos foram escaneados após pulverização com pó para escaneamento (CEREC Optispray, Sirona). Através de um modelo impresso em 3D, foi realizada uma cópia biogénica de um dente 15 (segundo pré-molar superior direito) sobre o pilar tiBase. Após a sua confecção, o dente foi escaneado e utilizado como cópia biogénica para a confecção da coroa sobre o pilar sólido. Para determinar as diferentes espessuras das coroas em 0,5 mm e 1,5 mm, o modelo virtual foi adequado para que a distância do sulco central ao topo do pilar ficasse nas espessuras pré-determinadas (Figuras 2 e 3). Os parâmetros utilizados para as coroas confeccionadas sobre o pilar sólido foram os seguintes: espaçador radial (80 µm), espaçador oclusal (80 µm), angulação da margem (60), não sendo levado em conta a geometria do instrumento. As coroas foram então fresadas na unidade inLab MCX5 (Sirona).

Tabela 2. Descrição dos materiais utilizados no estudo.

PRODUTO	DESCRIÇÃO	COMPOSIÇÃO	EMPRESA	LOTE
Variobase C®	Pilar tiBase Straumann para CEREC		Straumann, Basel, Suíça	
Pilar Sólido	Pilar sólido para prótese cimentada sobre implante Tissue Level com 5,5mm altura		Straumann, Basel, Suíça	
Bloco IPS e.max CAD	Cerâmica Vitrea de Dissilicato de Lítio	SiO ₂ , Li ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , ZrO ₂ .ZnO, Al ₂ O ₃ ,	Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein	X33095
Bloco IPS e.max CAD A16 (L)	Cerâmica Vitrea de Dissilicato de Lítio	SiO ₂ , Li ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , ZrO ₂ .ZnO, Al ₂ O ₃ ,	Ivoclar Vivadent AG, Schann, Liechtenstein	W13247
Bloco InCoris ZI	Zircônia monolítica	ZrO ₂ +HfO ₂ +Y ₂ O ₃ , Y ₂ O ₃ , HfO ₂ , Al ₂ O ₃ e outros óxidos	Sirona, Bensheim, Alemanha	2017434126
Bloco InCoris ZI meso (L)	Zircônia monolítica	ZrO ₂ +HfO ₂ +Y ₂ O ₃ , Y ₂ O ₃ , HfO ₂ , Al ₂ O ₃ e outros óxidos	Sirona, Bensheim, Alemanha	2018145452
Multilink N	Cimento autopolimerizável com fotopolimerização opcional	Dimetacrilato; HEMA; 40% de partículas inorgânicas (vidro de bário, trifluoreto de itérbio, esferóide, óxido misto)	Ivoclar Vivadent AG, FL-9494 Schaan/Liechtenstein	W12420
Monobond N	Primer universal	Solução alcoólica de metacrilato de silano, metacrilato do ácido fosfórico e metacrilato de sulfeto	Ivoclar Vivadent AG, FL-9494 Schaan/Liechtenstein	W10891
Condac Porcelana	Condicionador ácido para porcelanas	Ácido fluorídrico 5%, água, espessante, tensoativo e corante	FGM, Joinville, Brasil	260617

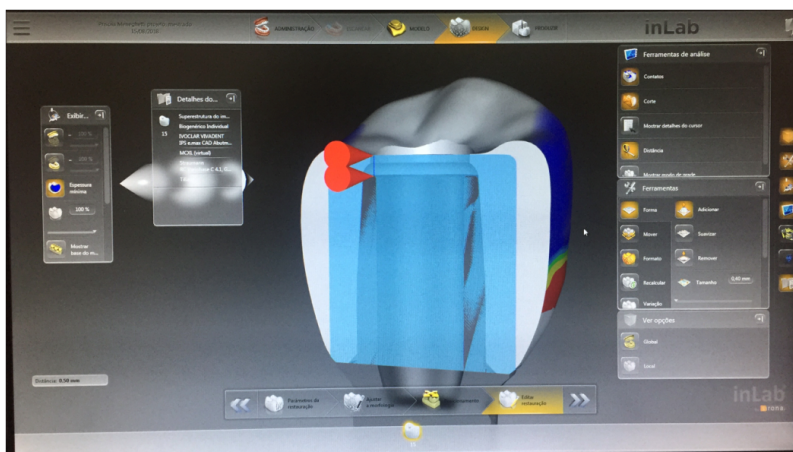


Figura 2. Desenho da coroa sobre o pilar tiBase com 0.5 mm de espessura.

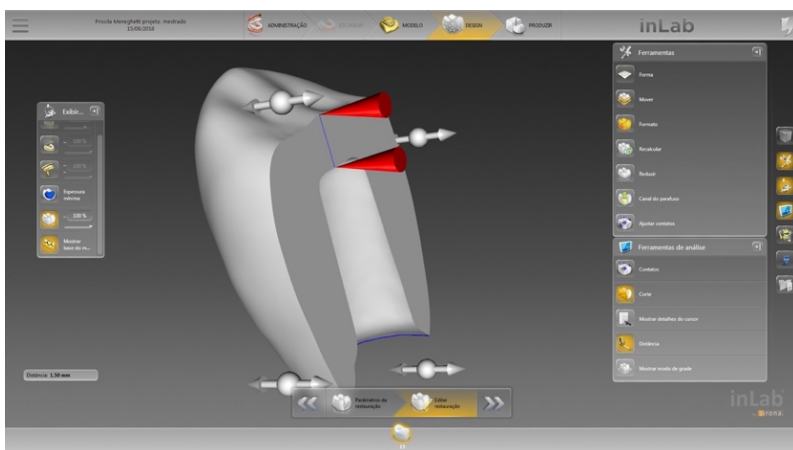


Figura 3. Espessura oclusal da coroa sobre pilar sólido com 1.5 mm.

Após a remoção do *sprue*, as coroas de zircônia foram sinterizadas no forno InFire (Sirona), conforme protocolo recomendado pelo fabricante. As coroas de dissilicato de lítio foram finalizadas no programa de cristalização no forno Programat P300 (Ivoclar Vivadent). As amostras foram então polidas com borracha EVE Universal seguido da sequência de polidor diamantado EVE Diapol (Odontomega, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

O preparo das peças para a cimentação foi realizado de acordo com as especificações do fabricante como segue:

- InCoris ZI: jateamento da superfície interna com pó de óxido de alumínio 50 µm durante 10 s, lavagem e secagem da peça com spray água/ar. Aplicação do Monobond N com auxílio de um microbrush por 60 s, seguido de jato de ar.
- IPS e.max CAD: condicionamento interno com ácido fluorídrico 5% por 20 s, lavagem e secagem. Aplicação do Monobond N por 60 s, seguido de jato de ar.

A cimentação das coroas nos pilares foi realizada com cimento resinoso Multilink N. As peças foram cimentadas sobre os pilares sob carga de cimentação de 1 Kg por 3 min. O excesso de cimento foi removido com microbrush, seguido de fotoativação com LED VALO (Ultradent, South Jordan, UT, EUA) por 20 s em cada face, com intensidade acima de 1400 mW/cm². As coroas perfuradas sobre o pilar Variobase C foram fechadas com teflon e resina composta (Empress Direct, Ivoclar Vivadent) seguido de polimerização por 20 s. Os corpos de prova ficaram armazenados em água destilada a 37 °C por 24 horas antes do processo de ciclagem mecânica.

2.2 Metodologia de ciclagem mecânica

A ciclagem mecânica foi realizada no equipamento Erios ER-11000 (São Paulo,

SP, Brasil). As amostras ficaram imersas em água destilada, sendo aplicada uma carga vertical de 200 N na superfície oclusal das coroas, na frequência de 1 ciclo/segundo, totalizando 500.000 ciclos (Figura 4).



Figura 4. Corpos de prova durante o processo de ciclagem mecânica.

2.3 Análise do tipo de falha

Decorrido o ensaio de ciclagem mecânica, os corpos de prova foram avaliados visualmente para determinar se houve algum tipo de falha: perda de cimentação da peça, trincas, lascas ou fraturas da cerâmica.

2.4 Metodologia de resistência à fratura

O ensaio de resistência à fratura foi realizado na máquina de ensaio universal (DL – 2000; EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil) (Figura 5). A célula de carga selecionada foi de 10 kN e a velocidade de carregamento de 1 mm/min. A carga de compressão foi aplicada paralelamente ao longo eixo da coroa até a sua fratura com uma esfera metálica

de 6 mm de diâmetro. A força máxima foi registrada em Newtons (N) por meio do software de computador MT teste 100 acoplado à máquina de ensaio universal, e a média foi calculada para cada grupo.

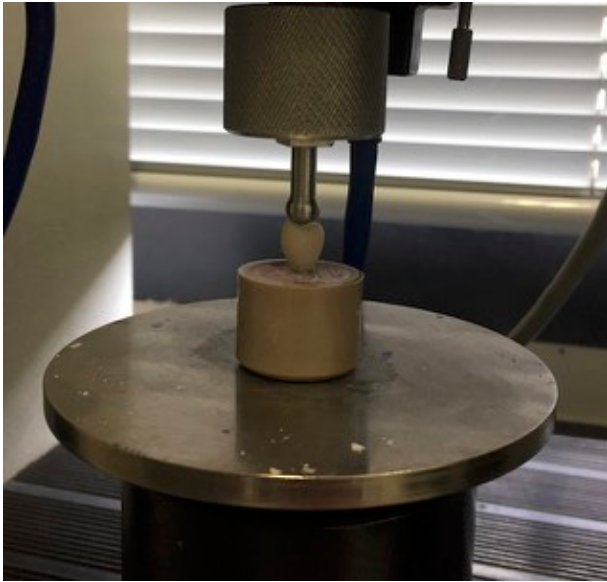


Figura 5. Corpo de prova posicionado na máquina de ensaio universal para o ensaio de resistência à fratura.

2.5 Análise Estatística

Os resultados obtidos no ensaio de resistência à fratura foram analisados estatisticamente pelo software Statistix for Windows 8.0. O teste de Shapiro-Wilk foi usado para determinar a normalidade da distribuição dos dados, seguido da Análise de Variância (ANOVA) 3-way para testar os fatores de variação: tipo da cerâmica, espessura e tipo de pilar. Após, foi aplicado o teste de Tukey para determinar as diferenças entre os grupos ($\alpha= 5\%$).

3 RESULTADOS

No presente estudo, nenhuma das coroas revelou falhas na forma de trincas, lascas ou fraturas e nem houve descimentação das peças durante o ensaio de ciclagem mecânica.

Os valores médios de resistência à fratura obtidos em cada grupo experimental estão na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios de resistência à fratura dos grupos experimentais.

Grupo	Pilar	Cerâmica	Espessura	Mean	SD	Grupo Homogêneo
SE05	Sólido	IPS e.max CAD	0,5 mm	1887.4	276.94	B
SE15	Sólido	IPS e.max CAD	1,5 mm	2068.8	359.77	B
SZ05	Sólido	Zircônia	0,5 mm	4809.8	857.55	A
SZ15	Sólido	Zircônia	1,5 mm	5368.6	536.74	A
VE05	Variobase C	IPS e.max CAD	0,5 mm	924.84	152.01	C
VE15	Variobase C	IPS e.max CAD	1,5 mm	963.55	198.92	C
VZ05	Variobase C	Zircônia	0,5 mm	1759.4	334.34	B
VZ15	Variobase C	Zircônia	1,5 mm	1935.5	274.51	B

De acordo com ANOVA 3-way, a cerâmica ($p=0,0001$), o pilar ($p=0,0001$) e a espessura ($p=0,0304$) foram significativos. A interação entre cerâmica e o pilar foi significativa ($p=0,0001$).

As médias de resistência à fratura das restaurações em cerâmicas IPS e.max CAD (1978 N) e Incoris ZI (5089 N) sobre o pilar sólido foram estatisticamente superiores às restaurações em IPS e.max CAD (944 N) e Incoris ZI (1847 N) cimentadas sobre o Variobase C ($p<0,05$). As restaurações em Incoris ZI obtiveram médias de resistência à fratura estatisticamente superiores às obtidas com as restaurações em IPS e.max CAD, independente do tipo de pilar ($p<0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4. Resistência à fratura (N) das restaurações em cerâmica cimentadas sobre pilar sólido e Variobase C.

	IPS e.max CAD	InCoris ZI
Pilar Sólido	1978 ^{Ab}	5089 ^{Aa}
Variobase C	944 ^{Bb}	1847 ^{Ba}

*Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas nas colunas e letras minúsculas nas linhas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

As restaurações com espessura de 1,5 mm (2584 N) obtiveram média de resistência à fratura estatisticamente superior às restaurações confeccionadas na espessura de 0,5 mm (2345 N) ($p < 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5. Resistência à fratura (N) obtidas com as diferentes espessuras das restaurações.

Espessura	Média Resistência à fratura (N)
1,5 mm	2584 ^A
0,5 mm	2345 ^B

* Médias seguidas de diferentes letras diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

A predominância das falhas, após o teste de resistência à fratura, correspondeu a uma linha de fratura que dividiu a restauração em duas partes, vestibular e palatina. Na maioria das amostras dos grupos VE05 e VE15 a porção vestibular da coroa ficou retida no pilar (Figura 7). Nos grupos sobre o pilar sólido, as amostras se dividiram em duas, três ou mais partes (Figuras 8).

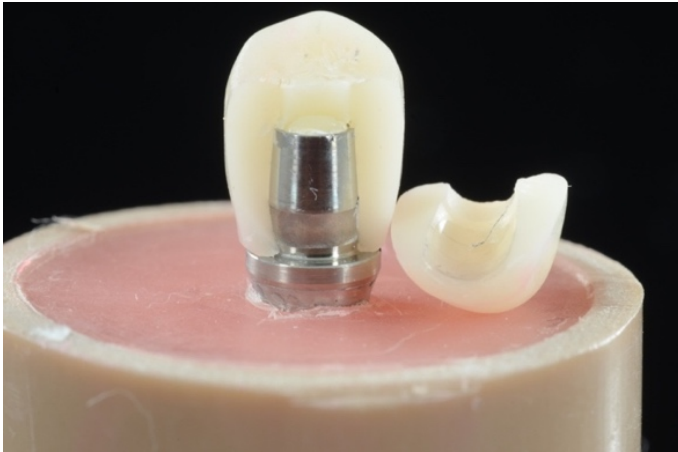


Figura7. Grupo VE15 (Variobase C + IPS e.max CAD 1,5 mm) após ensaio de fratura.

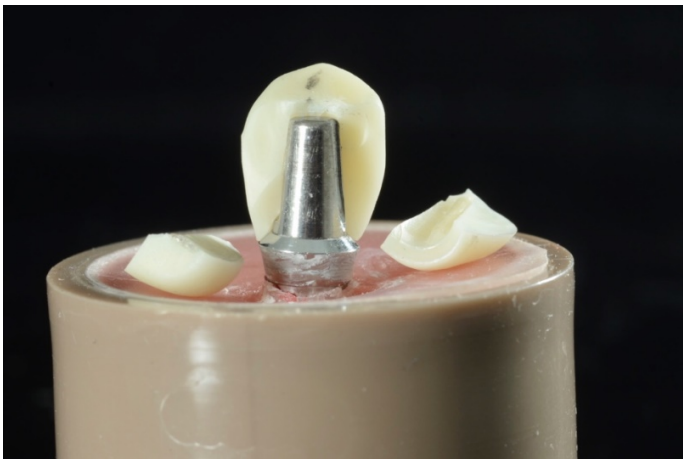


Figura8. Grupo SZ05 (Pilar sólido + InCoris ZI 0,5mm) após ensaio de fratura.

4 DISCUSSÃO

As coroas perfuradas cimentadas sobre o pilar Variobase C tiveram menor resistência à fratura em relação às coroas cimentadas sobre o pilar sólido. Desta forma, a primeira hipótese do estudo foi aceita. Este achado corrobora com o estudo de Rosentritt *et al.* (19). No entanto, estes autores realizaram o acesso ao parafuso com ponta diamantada sobre refrigeração. Estima-se que este procedimento poderia causar um pré-dano e diminuição da resistência do material. No presente estudo, foram usados blocos

cerâmicos com encaixes e perfurações de fábrica. Desta forma, falhas e trincas devido à utilização de uma ponta diamantada seriam minimizadas ou evitadas.

Independente da forma de obtenção do acesso ao parafuso, possível explicação para a menor resistência à fratura seja o fato de o local da perfuração causar perda de continuidade do material restaurador, assim como ser o local em que as tensões se concentram no momento do ensaio de resistência à fratura. Frente a isto, a fenda de fratura se propaga com maior facilidade e com valores menores de carga. Priest (12) afirmou que a potencial fraqueza da descontinuidade da cerâmica nos orifícios de acesso ao parafuso pode ser diminuída pela utilização de materiais cerâmicos mais resistentes à fratura, como zircônia e dissilicato de lítio. No entanto, as coroas confeccionadas com os mesmos materiais cerâmicos e cimentados sobre o pilar sólido foram significativamente mais resistentes à fratura no presente estudo.

Os resultados obtidos não concordam com o estudo de Hussien *et al.*(20) em que coroas de dissilicato de lítio, zircônia e multicamadas (zircônia com aplicação de IPS e.max Ceram) foram confeccionadas com 1,5 mm de espessura, com e sem o acesso ao parafuso, e não apresentaram diferença significativa na resistência à fratura. Possível explicação para os resultados contraditórios pode estar relacionada com as diferenças geométricas dos pilares de titânio utilizados nos estudos.

As coroas confeccionadas em zircônia apresentaram resistência à fratura significativamente maior em relação às coroas de dissilicato de lítio, sendo aceita a segunda hipótese. A cerâmica Incoris ZI apresenta resistência à flexão (>900 MPa) e módulo de elasticidade (210 GPa) superiores ao da cerâmica IPS e.max CAD (360 MPa e 95 GPa, respectivamente), o que justifica os resultados encontrados. O maior valor médio de resistência à fratura foi obtido para as coroas Incoris ZI cimentadas sobre o pilar sólido (5089 N), e a menor média foi obtida para as coroas IPS e.max CAD cimentadas

sobre o pilar Variobase C (944 N). Segundo Waltimo e Könönen (21), que avaliaram pacientes com DTM, a força de mordida média é de 909 N (\pm 177) para homens e 777 N (\pm 168) para mulheres. Tal fato colocaria as coroas de IPS e.max CAD cimentadas sobre o pilar Variobase C em risco clinicamente. No entanto, Ferrario *et al.* (22) mostraram que a força média é de 291 N na região de pré-molares em pacientes sem DTM. Desta forma, o profissional deve estar atento aos fatores de localização do dente no arco dentário e a presença de hábitos parafuncionais para a correta seleção do tipo de pilar, material e espessura de cerâmica.

As espessuras de 0,5 e 1,5 mm de material restaurador na região oclusal foi outro fator de estudo. Os resultados mostraram que as coroas com 1,5 mm de espessura obtiveram resistência média à fratura (2584 N) estatisticamente superior às espessuras de 0,5 mm (2345 N). Desta forma, a terceira hipótese foi aceita. No entanto, observa-se que esta redução na resistência à fratura não foi superior a 10% para os dois materiais cerâmicos, independente de estarem cimentados sobre o pilar sólido ou o Variobase C (Tabela 3). Estima-se que esta redução não teria relevância clínica, principalmente para as coroas em InCoris ZI cimentadas sobre pilar sólido e Variobase C, e em IPS e.max CAD cimentadas sobre o pilar sólido, uma vez que os valores estão bem acima da carga máxima de mordida.(22) Além disto, tal fato permite inferir que em uma situação clínica em que há redução do espaço interoclusal, poderia-se utilizar um pilar de maior altura, melhorando a retenção da coroa, e confeccionar a peça protética com cerâmica de menor espessura. No estudo de Sorrentino *et al.*(23), em que foi avaliada a resistência à fratura de diferentes espessuras da zircônia, o trabalho concluiu que 0,5 mm suportou bem as forças quando cimentadas sobre dente.

No presente estudo, as coroas foram submetidas à 500.000 ciclos com carga de 200 N. Desta forma, simulou-se o uso em funções normais de aproximadamente dois

anos, uma vez que cada 250.000 ciclos equivalem a média de um ano. (24) A ciclagem mecânica é uma metodologia de envelhecimento *in vitro* que visa submeter os corpos de prova a uma carga cíclica, tentando reproduzir as cargas mastigatórias que são aplicadas sobre as restaurações. Para todos os grupos experimentais, a ciclagem mecânica não causou falha de cimentação, fraturas, lascas ou trincas na superfície, evidenciando que cargas de até 200 N não seriam deletérias para as restaurações.

As coroas foram cimentadas pela técnica adesiva utilizando o cimento resinoso de polimerização dual. A cerâmica IPS e.max CAD é ácido sensível e a cerâmica Incoris ZI é ácido resistente.(11) No entanto, o estudo de Weyhrauch *et al.* (25), avaliou as diferenças na resistência à fratura entre coroas cimentadas em pilares de implantes usando coroas feitas com sete diferentes materiais cerâmicos monolíticos e cinco diferentes agentes cimentantes. O resultado mostrou que não houve diferença significativa para todos os cimentos usados para o mesmo material e que os mesmos não tiveram influência na resistência à fratura. Somado a isto, segundo Lopez *et al.* (26), o cimento resinoso apresentou adequada resistência na tentativa de remoção da coroa em comparação ao cimento provisório sobre o pilar tiBase, independentemente do material da coroa (resina acrílica, liga cobalto-cromo, zircônia e titânio).

Uma das limitações deste estudo *in vitro* foi a diferença anatômica dos pilares (altura, base de assentamento, angulação das paredes), pois acredita-se que a resistência à fratura das coroas cerâmicas possa ser afetada pela composição do pilar e altura do pilar. (27) Todavia, fica evidente no presente estudo que o tipo de pilar pode influenciar a resistência mecânica das peças protéticas (Tabelas 7 e 8).

Os blocos perfurados de zircônia e dissilicato de lítio melhoraram o potencial estético das coroas aparafusadas quando comparados às tradicionais próteses sobre implante metalo-cerâmicas, onde a estética era prejudicada pela presença do orifício com

o metal aparente, podendo ser comparável às coroas cimentadas. Segundo Priest, (12) embora os dados atuais indiquem que a descontinuidade da cerâmica das aberturas de acesso ao parafuso poderia tornar as coroas associadas mais propensas a fraturas, essa evidência não é conclusiva e não é suficientemente convincente para afetar a escolha entre prótese aparafusada ou cimentada.

Na revisão sistemática conduzida por Sailer *et al.* (17) sobre complicações e taxa de sobrevida das coroas cimentadas versus aparafusadas, foi relatado que ambos os tipos de próteses influenciam os resultados clínicos de maneiras diferentes. Próteses cimentadas apresentaram mais complicações biológicas (perda do implante, perda óssea >2mm), enquanto as próteses aparafusadas apresentaram mais problemas técnicos. Estes, por serem reparáveis e retratados mais facilmente, acabam sendo preferíveis.

Tanto as coroas confeccionadas sobre o pilar sólido como sobre o Variobase C apresentaram excelente passividade e precisão nas margens, além de serem de fácil confecção com o sistema CEREC, oferecendo soluções eficazes para a reabilitação de dentes posteriores. Estudos clínicos são necessários para definir o potencial, os limites e a manutenção a longo prazo da combinação de materiais monolíticos tanto sobre pilar sólido como para o sistema de pilares tiBase.

5 CONCLUSÃO

Dentro dos objetivos propostos e da metodologia empregada no presente estudo, pode-se concluir que:

1. A presença do acesso ao canal do parafuso do pilar Variobase C reduziu pela metade a resistência à fratura das coroas em IPS e.max CAD e Incoris Zi quando comparados com as coroas cimentadas sobre pilar sólido.
2. A zircônia Incoris ZI apresentou maior resistência à fratura do que o IPS e.max CAD independente do pilar e da espessura.
3. A espessura das restaurações (0.5 mm e 1.5 mm) teve pouca influência na resistência à fratura.

6 REFERÊNCIAS

1. Mangano F, Veronesi G. Digital versus Analog Procedures for the Prosthetic Restoration of Single Implants: A Randomized Controlled Trial with 1 Year of Follow-Up. *BioMed Res Int*. 2018 Jul 18;2018:1–20.
2. Sotto-Maior BS, Carneiro RC, Francischone CE, Assis NMSP, Devito KL, Senna PM. Fatigue Behavior of Different CAD/CAM Materials for Monolithic, Implant-Supported Molar Crowns: Fatigue Behavior of Different CAD/CAM Materials. *J Prosthodont* [Internet]. 2018 Jun 13 [cited 2019 Jan 14]; Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/jopr.12922>
3. Çavuşoğlu Y, Şahin E, Gürbüz R, Akça K. Fatigue Resistance of 2 Different CAD/CAM Glass-Ceramic Materials Used for Single-Tooth Implant Crowns: *Implant Dent*. 2011 Aug;1.
4. Dogan DO, Gorler O, Mutaf B, Ozcan M, Eyuboglu GB, Ulgey M. Fracture Resistance of Molar Crowns Fabricated with Monolithic All-Ceramic CAD/CAM Materials Cemented on Titanium Abutments: An In Vitro Study: Fracture Resistance of All-Ceramic Crowns. *J Prosthodont*. 2017 Jun;26(4):309–14.
5. Rekow ED, Silva NRFA, Coelho PG, Zhang Y, Guess P, Thompson VP. Performance of Dental Ceramics: Challenges for Improvements. *J Dent Res*. 2011 Aug;90(8):937–52.
6. Zhang Y, Lee JJ-W, Srikanth R, Lawn BR. Edge chipping and flexural resistance of monolithic ceramics. *Dent Mater*. 2013 Dec;29(12):1201–8.
7. Koenig V, Vanheusden AJ, Le Goff SO, Mainjot AK. Clinical risk factors related to failures with zirconia-based restorations: An up to 9-year retrospective study. *J Dent*. 2013 Dec;41(12):1164–74.
8. Silva LH da, Lima E de, Miranda RB de P, Favero SS, Lohbauer U, Cesar PF. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. *Braz Oral Res* [Internet]. 2017 Aug 28 [cited 2018 Apr 7];31(suppl 1). Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242017000500203&lng=en&tlng=en
9. Ritzberger C, Apel E, Höland W, Peschke A, Rheinberger V. Properties and Clinical Application of Three Types of Dental Glass-Ceramics and Ceramics for CAD-CAM Technologies. *Materials*. 2010 Jun 19;3(6):3700–13.
10. Elshiyab SH, Nawafleh N, Öchsner A, George R. Fracture resistance of implant-supported monolithic crowns cemented to zirconia hybrid-abutments: zirconia-based crowns vs. lithium disilicate crowns. *J Adv Prosthodont*. 2018;10(1):65.
11. Li RWK, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art. *J Prosthodont Res*. 2014 Oct;58(4):208–16.
12. Priest G. A Current Perspective on Screw-Retained Single-Implant Restorations: A Review of Pertinent Literature: SCREW-RETAINED SINGLE-IMPLANT RESTORATIONS. *J Esthet Restor Dent*. 2017 May 6;29(3):161–71.
13. Schnider N, Forrer F, Brägger U, Hicklin S. Clinical Performance of One-Piece, Screw-Retained Implant Crowns Based on Hand-Veneered CAD/CAM Zirconia Abutments After a Mean Follow-up Period of 2.3 Years. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2018 Jan;33(1):188–96.
14. Stimmelmayer M, Edelhoff D, Güth J-F, Erdelt K, Happe A, Beuer F. Wear at the titanium–titanium and the titanium–zirconia implant–abutment interface: A comparative in vitro study. *Dent Mater*. 2012 Dec;28(12):1215–20.
15. Conejo J, Kobayashi T, Anadioti E, Blatz MB. Performance of CAD/CAM

- monolithic ceramic Implant-supported restorations bonded to titanium inserts: A systematic review. *Eur J Oral Implantol.* 2017;10 Suppl 1:139–46.
16. Kurbad A. Final restoration of implants with a hybrid ceramic superstructure Die definitive Versorgung von Implantaten mit Suprakonstruktionen aus Hybridkeramik. *Int J Comput Dent.* :23.
 17. Irena Sailer. Cemented and screw-retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates. *Clin Oral Implants Res.* 23(Suppl. 6), 2012/163–201.
 18. Stona D, Burnett LH, Mota EG, Spohr AM. Fracture resistance of computer-aided design and computer-aided manufacturing ceramic crowns cemented on solid abutments. *J Am Dent Assoc* 1939. 2015 Jul;146(7):501–7.
 19. Rosentritt M, Hahnel S, Engelhardt F, Behr M, Preis V. In vitro performance and fracture resistance of CAD/CAM-fabricated implant supported molar crowns. *Clin Oral Investig.* 2017 May;21(4):1213–9.
 20. Hussien ANM, Rayyan MM, Sayed NM, Segaan LG, Goodacre CJ, Kattadiyil MT. Effect of screw-access channels on the fracture resistance of 3 types of ceramic implant-supported crowns. *J Prosthet Dent.* 2016 Aug;116(2):214–20.
 21. Waltimo A, Könönen M. Maximal bite force and its association with signs and symptoms of craniomandibular disorders in young Finnish non-patients. *Acta Odontol Scand.* 1995 Jan 1;53(4):254–8.
 22. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults: BITE FORCES IN HEALTHY ADULTS. *J Oral Rehabil.* 2004 Jan 22;31(1):18–22.
 23. Sorrentino R, Triulzio C, Tricarico MG, Bonadeo G, Gherlone EF, Ferrari M. In vitro analysis of the fracture resistance of CAD–CAM monolithic zirconia molar crowns with different occlusal thickness. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2016 Aug;61:328–33.
 24. DeLong, R., & Douglas, W. H. Development of an Artificial Oral Environment for the Testing of Dental Restoratives: Bi-axial Force and Movement Control. *J Dent Res* 62:1 32–36. 1983;
 25. Weyhrauch M, Igiel C, Scheller H, Weibrich G, Lehmann K. Fracture Strength of Monolithic All-Ceramic Crowns on Titanium Implant Abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2016 Mar;304–9.
 26. Lopes AC de O, Machado CM, Bonjardim LR, Bergamo ETP, Ramalho IS, Witek L, et al. The Effect of CAD/CAM Crown Material and Cement Type on Retention to Implant Abutments: CAD/CAM Crown Retentiveness on Ti-Base Abutments. *J Prosthodont* [Internet]. 2018 Jul 2 [cited 2019 Jan 22]; Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/jopr.12927>
 27. Wolf D, Dent DM, Bindl A, Dent PDM, Schmidlin PR, Dent PDM, et al. Strength of CAD/CAM-Generated Esthetic Ceramic Molar Implant Crowns. 2007;10.



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria Acadêmica
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º andar
Porto Alegre - RS - Brasil
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564
E-mail: proacad@pucrs.br
Site: www.pucrs.br/proacad