

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Luiza Gomes Labes

**PROPOSTA PARA DIGITALIZAÇÃO DA RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

Florianópolis

2023

Luiza Gomes Labes

**PROPOSTA PARA DIGITALIZAÇÃO DA RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Cirurgião-Dentista.
Orientador: Prof. Murillo José Nunes de Abreu Junior

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Labes, Luiza Gomes

PROPOSTA PARA DIGITALIZAÇÃO DA RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA / Luiza Gomes
Labes ; orientador, Murillo José Nunes de Abreu Junior,
2023.

55 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
da Saúde, Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Diagnóstico por Imagem. 3.
Radiografia Dentária. 4. Radiografia Dentária Digital. I.
Junior, Murillo José Nunes de Abreu. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Odontologia. III.
Título.

Luiza Gomes Labes

**PROPOSTA PARA DIGITALIZAÇÃO DA RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Cirurgiã-Dentista” e aprovado em sua forma final pelo curso de graduação em Odontologia da UFSC.

Florianópolis, 16 de Maio de 2023

Prof.^a Gláucia Santos Zimmermann, Dr.^a
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Murillo José Nunes de Abreu Junior, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Leticia Ruhland, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Juliana Silva Ribeiro de Andrade, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

À minha família, minha mãe **Morgana Borges Gomes**, meu pai **Alexandre Labes**, minha irmã **Mariana Labes**, meu cunhado **André Alexandrino**, e meu namorado **Gustavo Osório**, por proporcionarem a realização da minha graduação, por serem os melhores companheiros, conselheiros, encorajadores e amigos que eu poderia ter, muito obrigada! Durante todos esses anos, choraram meus choros, vibraram intensamente minhas conquistas e, em todos os meus sonhos, sonharam e traçaram, detalhadamente, os caminhos junto comigo. Eu tenho certeza de que não há, no mundo, união tão bonita e forte quanto a nossa. Vocês são tudo pra mim, o nosso lar é solo fértil e meu porto seguro! Um agradecimento especial à minha irmã que dedicou seu tempo na produção das imagens e plantas presentes neste trabalho.

Aos professores que estiveram ao meu lado, também, meu coração cheio de gratidão. Ao meu orientador, **Murillo**, que há quatro anos vem me incentivando, tanto no âmbito pessoal, quanto acadêmico. Esteve sempre de portas abertas para me ouvir e me ajudar, aceitou orientar este trabalho, e foi um grande amigo durante essa caminhada. Às professoras de Radiologia Odontológica também, **Inês Vilain** e **Leticia Ruhland**, que sempre se mostraram disponíveis e foram muito presentes durante a minha graduação. Aos meus orientadores e coorientadores de pesquisa, às equipes do **CEPID** e da “*EndoFamily*”, que estiveram comigo em três anos de pesquisas, para o Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica/PIBIC UFSC, e dividiram muito conhecimento durante esses momentos.

A todo o corpo docente que, de alguma forma e durante todos esses anos, me inspirou, segurou a minha mão, guiou, esteve presente, dedicou seu tempo, meu eterno agradecimento! Aos professores que ficarão marcados no meu coração por olharem e trabalharem com empatia, por terem me ensinado gentilmente e com amor, me escutado com atenção (muitas vezes, olhando nos olhos), oferecido abraço nos momentos difíceis, valorizado e incentivado o meu trabalho, mostrando compreensão: professoras **Renata Gondo**, **Daniela Carcereri**, **Carolina Barcelos**, **Dayane Machado Ribeiro**, **Beatriz Dulcinéia Mendes de Souza**, **Juliana Silva Ribeiro de Andrade**, **Thaís Mageste Duque**, **Etiene de Andrade Munhoz** e professores **Nelson Makowiecky**, **Gerson Ulema Ribeiro**, **Henrique José Ferrari**, **Augusto Bodanezi** e **Thalisson Saymo de Oliveira Silva**.

À minha dupla, **Luiz Fernando**, que foi um anjo que apareceu na minha vida, obrigada pela parceria e cumplicidade todos os dias! Aos amigos que fiz na Universidade Federal de Santa Catarina e foram o que de mais valioso vou levar daqui e pra sempre no meu coração. Muitas pessoas cruzaram meu caminho e tornaram essa trajetória mais fácil, alegre e inesquecível, mas deixarei aqui os nomes que me fizeram chamar Florianópolis de lar: **Bárbara Azevedo, Camila Freitas, Gustavo Ramon, João Vitor Amorim, Juan Cassol, Kauanne Pacheco, Lucas Hoffmann, Marcos Magoga, Urbano Martins, Vitor Cruz e Weslim Zancanaro**. Eu não teria sido cinquenta por cento feliz do que fui se não tivesse essas pessoas ao meu lado, aguentamos e suportamos muitas coisas juntos, a fidelidade existiu desde o início, fomos colo, abraço e família durante toda a graduação. Que a gente conquiste tudo que um dia sonhamos juntos, vocês foram muito melhores do que sempre sonhei! Meus futuros e, os melhores, colegas de profissão.

Aos amigos de Araranguá que me acompanham desde o Ensino Fundamental e Médio e são minha segunda família, essa vai pra nós! Vocês que cresceram junto comigo, que ouviram muitos desabafos sobre a UFSC sem nem entender do que se tratava, muitos choros, que foram companhias nos finais de semana de descanso, que construíram as melhores histórias ao meu lado, que sonharam comigo a aprovação no vestibular e que estarão ao meu lado para comemorar o título de cirurgiã-dentista: **André Crippa, Ângela Wernke, Bárbara Rabello, Bruna Scarpari, Gabriel C. Costa, Iandria Martins, Matheus Ramos e Victória Cipriano**.

Aos meus **pacientes**, pela confiança e por possibilitarem a minha formação em uma das melhores universidades do país, muito obrigada! A todos os funcionários e técnicos, por serem nossas companhias diárias, proporcionarem o bom funcionamento do curso, e se tornarem nossos amigos, aliviando a rotina, em especial aos que me fizeram companhia no Estágio no Departamento em 2022: **Matheus, Day, Rô, Nil, Fátima, Batista, Luiz e Fernando**, vocês são demais! Nunca os esquecerei.

À **UFSC**, por proporcionar um ensino público, gratuito e de qualidade a todos que aqui se dedicam a estar. Foi uma das melhores experiências da minha vida! Serei eternamente grata por todos os anos que estive aqui dentro, só quem vive pra saber o que é estar aqui. Foi minha segunda (ou primeira) casa durante seis anos, será impossível não sentir saudades. Muito obrigada a todos que, de alguma forma, me apoiaram, incentivaram e estiveram comigo!

RESUMO

O avanço da Radiografia Digital vem conquistando espaço há mais de 30 anos no universo odontológico. Nesse período, foram desenvolvidas técnicas diretas e indiretas de captação da imagem radiográfica, além de outros métodos digitais, como a Tomografia de Feixe Cônico. Apesar de a digitalização ter proporcionado maior agilidade e facilidade aos atendimentos, alguns profissionais e ambientes acadêmicos ainda não fizeram a transição para a nova tecnologia, entre eles, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de fazer um levantamento das necessidades, através da avaliação dos ambientes, visando estimular a digitalização da Radiologia Odontológica da UFSC, a fim de tornar os atendimentos mais rápidos e práticos, melhorando o atendimento dos paciente, facilitar o processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas acadêmicas laboratoriais, além de familiarizar mais os discentes com a Radiologia Odontológica já existente no mercado de trabalho atual. Para este projeto, foram avaliados, individualmente, todos os ambientes ocupados pelo Departamento de Odontologia da UFSC com disciplinas práticas, sendo definidas quais eram as necessidades referentes à captação de imagens radiográficas de cada um deles. Com esses dados tabulados, foi possível definir quais e quantos equipamentos serão necessários à digitalização de todos os ambientes no que se refere à Radiologia.

Palavras-chave: Diagnóstico por Imagem; Radiografia Dentária; Radiografia Dentária Digital.

ABSTRACT

The development and advancement of Digital Radiology has been conquering space gaining ground for more than 40 years in the dental universe. During this period, direct and indirect image capture techniques were developed, in addition to other digital methods, such as Cone Beam Computed Tomography. Although digitalization has provided more agility and ease of service, some professionals and academic environments have not yet adapted to the technique, including the Federal University of Santa Catarina (UFSC). The present work was developed with the objective of making a survey of the needs, through the evaluation of the environments, aiming to stimulate the digitalization of the Dental Radiology of the UFSC, in order to make the services faster and more effective, facilitate laboratory disciplines, in addition to familiarizing students with the current dental radiology of the job market and scientific development. For this project, all the environments occupied by the Department of Dentistry for practical subjects were individually evaluated, and the needs related to image capture were defined. With this tabulated data, it was possible to define which and how many equipment will be needed to digitize all environments.

Keywords: Diagnostic Imaging; Radiography, Dental; Radiography, Dental, Digital.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Banner</i> apresentado na Semana do Meio Ambiente na UFSC em 2022	26
Figura 2 – Planta baixa 1º pavimento	29
Figura 3 – Planta baixa 2º pavimento	30
Figura 4 – Planta baixa 3º pavimento	31
Figura 5 – Ambulatório de Radiologia	34
Figura 6 – Box para tomadas radiográficas no Ambulatório de Radiologia	34
Figura 7 – Sala de aula – Ambulatório de Radiologia	35
Figura 8 – Sala de técnicos no Ambulatório de Radiologia	35
Figura 9 – Câmara escura no Ambulatório de Radiologia	36
Figura 10 – Box de atendimento clínico	36
Figura 11 – Box de atendimento clínico	37
Figura 12 – Método radiográfico utilizado nos atendimentos clínicos	37
Figura 13 – Box de atendimento clínico	38
Figura 14 – Espaço que os alunos utilizam para fazer radiografias	39
Figura 15 – Radiografia utilizando sensor digital CCD para pesquisa	39
Figura 16 – Cadeira para atendimento clínico	40
Figura 17 – Planta do projeto para a sala de aula pequena	42
Figura 18 – Visão frontal do projeto para a sala de aula pequena	43
Figura 19 – Planta para Salas de Radiografias Extrabucais	43
Figura 20 – Projeto para Salas de Radiografias Extrabucais	44
Figura 21 – Último corredor da clínica destinado a fins radiográficos	45
Figura 22 – Box de atendimento clínico	45
Figura 23 – Laboratório de Endodontia	46
Figura 24 – Raios X ao final do Laboratório	47
Figura 25 – Visão ampliada do Laboratório	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Marcas fabricantes de Sensores CCD/CMOS	18
Tabela 2 – Marcas fabricantes de Sensores PSP	20
Tabela 3 – Marcas fabricantes de aparelhos de Tomográficos	22
Tabela 4 – Necessidade de equipamentos para o Ambulatório de Radiologia	40
Tabela 5 – Necessidade de equipamentos para o Centro Cirúrgico	41
Tabela 6 – Necessidade de equipamentos para o CEPID	41
Tabela 7 – Necessidade de equipamentos para a Clínica de Pós-Graduação	41
Tabela 8 – Necessidade de equipamentos para as Clínicas I e II	41
Tabela 9 – Necessidade de equipamentos para o Laboratório de Endodontia	41
Tabela 10 – Necessidade de equipamentos para o Laboratório de Ortodontia	42
Tabela 11 – Necessidade de equipamentos para os Laboratórios I e II	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALARA Tão Baixa Quanto Razoavelmente Exequível

CCD Dispositivo de Carga Acoplada

CCS Centro de Ciências de Saúde

CEPID Centro de Ensino e Pesquisa em Implantes Dentais

CMOS Dispositivo Semicondutor de Óxido Metálico Complementar

CPU Unidade Central de Processamento

DICOM *Digital Imaging and Communications in Medicine*

EPI Equipamento de Proteção Individual

FOV Field of view

FOA Faculdade de Odontologia de Araçatuba

FORP Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto

FOV Campo de visão

Kg Quilograma

KVP Kilovoltagem

MA Miliamperagem

OMS Organização Mundial da Saúde

PSP Placa de Fósforo Fotoestimulável

RD Radiografia Digital

RGV *Radiovisiography*

TC Tomografia Computadorizada

TFC Tomografia de Feixe Cônico

UFMG Universidade Federal de Minas Gerais

UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

USP Universidade de São Paulo

3D Tridimensional

SUMÁRIO

1	JUSTIFICATIVA.....	14
2	INTRODUÇÃO.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1	SENSORES CCD/CMOS.....	16
3.1.1	Marcas de sensores CCD/CMOS disponíveis no mercado.....	18
3.2	PLACAS DE FÓSFORO FOTO-ESTIMULÁVEL.....	18
3.2.1	Marcas de Placas de Fósforo Foto-Estimulável disponíveis no mercado.....	20
3.3	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO.....	20
3.3.1	Marcas de equipamentos de TCFC disponíveis no mercado.....	22
3.4	FUNCIONAMENTO DA RADIOLOGIA DIGITAL.....	23
3.5	TRANSIÇÃO DA RADIOGRAFIA ANALÓGICA PARA A RADIOGRAFIA DIGITAL NAS UNIVERSIDADES.....	23
4	OBJETIVOS.....	27
4.1	OBJETIVO GERAL.....	27
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
5	METODOLOGIA.....	28
5.1	DEFINIÇÃO E ANÁLISE DOS AMBIENTES A SEREM DIGITALIZADOS..	28
5.2	ANÁLISE DAS NECESSIDADES DE CADA ÁREA.....	28
5.3	SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS.....	28
6	RESULTADOS.....	29
6.1	ANÁLISE DAS PLANTAS BAIXAS.....	29
6.2	NECESSIDADES PARA CADA AMBIENTE.....	31
6.2.1	Análise de demanda.....	31
6.3	ANÁLISE DOS AMBIENTES REAIS.....	33
6.3.1	Ambulatório de Radiologia.....	33
6.3.2	Clínica de Pós-Graduação.....	36

6.3.3	Clínicas I e II.....	37
6.3.4	CEPID.....	38
6.3.5	Laboratório de Endodontia.....	38
6.3.6	Laboratório de Ortodontia.....	40
6.4	TABULAÇÃO DAS DEMANDAS.....	40
6.5	PROJETO DOS AMBIENTES PARA DIGITALIZAÇÃO.....	42
6.5.1	Ambulatório de Radiologia.....	42
6.5.2	Clínicas I e II.....	44
6.5.3	Laboratório de Endodontia.....	46
6.5.4	Laboratórios I e II.....	46
6.5.5	Ambientes não apresentados no projeto arquitetônico.....	47
7	DISCUSSÃO.....	48
8	CONCLUSÃO.....	51
	REFERÊNCIAS.....	52

1 JUSTIFICATIVA

Há mais de trinta anos que a radiografia digital vem sendo desenvolvida e utilizada. A rápida evolução dos equipamentos digitais facilitou e trouxe melhorias à prática odontológica clínica e laboratorial. Ao mesmo tempo, filmes radiográficos e soluções químicas utilizadas no processamento radiográfico convencional vêm ficando, cada vez mais, obsoletos e difíceis de serem encontrados no mercado.

Projetos para digitalização da Radiologia Odontológica na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) foram desenvolvidos, anteriormente, pelo corpo docente responsável pela disciplina, embora não tenham sido levados adiante pelos gestores da Administração responsável.

Este projeto visa estimular a digitalização da Radiologia Odontológica da UFSC para uma melhor e mais eficiente formação dos alunos dos cursos de graduação e de pós-graduação em Odontologia, bem como dar mais praticidade e conforto aos pacientes atendidos.

2 INTRODUÇÃO

Oito de novembro de 1895 é a data considerada de nascimento da Radiologia no mundo. O professor alemão Wilhelm Conrad Rontgen, ao trabalhar com raios catódicos, constatou um novo tipo de raios, denominando-os “raios X” (LANGLAND; LANGLAIS, 1997). Para testar sua teoria, expôs a mão esquerda da sua esposa, Anna Bertha Rontgen, em um filme fotográfico por, aproximadamente, 15 minutos. Após a revelação da imagem, sua teoria estava correta. Seis anos depois, com a medicina diagnóstica revolucionada, Rontgen recebe seu prêmio Nobel de Física em reconhecimento à descoberta dos raios X (BOLNER, 2011). Ainda em 1895, 20 dias após a descoberta de Rontgen, o professor Giesel e o dentista Otto Walkhoff, na Alemanha, expuseram a boca de Otto por, aproximadamente, 25 minutos e obtiveram a primeira radiografia dental da história (PASLER, 1999; ALVARES; TAVANO, 2000).

Em 1898, o Doutor Carlos José Ferreira Pires adquiriu o primeiro aparelho de Raios X no Brasil, em Minas Gerais. Em 1913, a empresa americana Eastman Kodak produzia o primeiro filme intrabucal de raios X. Seguindo o desenvolvimento, em 1932, o pioneiro da Radiologia Odontológica no Brasil, que se chamava Cyro Silva, implantou a disciplina de Radiologia no currículo acadêmico e prático na Faculdade de Farmácia e Odontologia na

cidade de São Paulo. Nos anos 2000, após muito estudo e evolução, a empresa Kodak lançava o filme radiográfico intrabucal Insight (grupo E/F de sensibilidade) o qual é utilizado até hoje, inclusive, em aulas práticas na Universidade Federal de Santa Catarina (BOLNER, 2011).

Nas últimas décadas, o desenvolvimento da informática atingiu todas as camadas da vida em sociedade. Os avanços, não inesperadamente, geraram grandes mudanças na área da saúde, especialmente, no que diz respeito à digitalização das imagens diagnósticas. O método convencional de obtenção de imagem por meio de revelação, fixação, lavagem e secagem de filmes radiográficos tornou-se um procedimento muito lento se comparado à nova tecnologia digital. A radiografia convencional foi ficando, cada vez mais, obsoleta devido a suas principais desvantagens como a manutenção e a adequação da câmara escura, necessidade de manuseio dos produtos químicos e frequentes erros de processamento (DIWAKAR; KAMAKSHI, 2015). Em contrapartida, os sistemas de radiografia digital possibilitam, além de menor tempo de trabalho, manipulação das configurações e das características da imagem radiográfica após o processamento, menor dose de radiação ao paciente e fácil armazenamento (QUEIROZ et al., 2020).

Os sistemas radiográficos digitais contam, hoje, com métodos diretos e indiretos para formação da imagem, podendo ser utilizados tanto em exames intrabucais como extrabucais. Para imagens diretas, tem-se: Dispositivos Semicondutores de Óxido Metálico Complementar (CMOS) e Dispositivos de Carga Acoplada (CCD). Em contrapartida, para a formação das imagens indiretas utilizam-se Placas de Fósforo Fotoestimulável (PSP) (DIWAKAR; KAMAKSHI, 2015). A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) também é uma opção nos ambientes clínicos e hospitalares, possibilitando a visualização de imagens tridimensionais (3D), não visualizadas nas técnicas citadas anteriormente (CAVALCANTI, 2014). A TCFC é, muitas vezes, o equipamento de escolha devido ao tamanho compacto e valor reduzido se comparado à Tomografia Computadorizada Convencional (TC) (VENKATESH; ELLURU, 2017).

As grandes vantagens dos sistemas de radiografia digital são a possibilidade de visualização da imagem radiográfica mais rapidamente do que com o sistema convencional baseado em filmes (também chamado de sistema analógico), a possibilidade de manipulação da imagem com finalidade diagnóstica, a redução da dose de exposição dos pacientes aos raios X, a facilidade de armazenamento das imagens e a desnecessidade de um processamento químico. Essas são as principais bases para a produção deste trabalho. Embora não se omitam

aqui as desvantagens dos sistemas digitais, também já bastante conhecidas - a dificuldade que alguns profissionais ainda podem ter em lidar com computadores e tecnologia, a rigidez dos sensores, a falta de padronização dos *softwares* de gerenciamento das imagens e a necessidade que pode haver de impressão das imagens –, essas são bem menos impactantes do que suas vantagens (WATANABE; ARITA, 2012).

A UFSC foi fundada em 1960, tendo suas instalações construídas no Centro da cidade de Florianópolis. O curso de Odontologia foi transferido para o Campus na Trindade em 1981, após pedidos e luta por professores, alunos e funcionários (ROSA et al., 1982). Ainda assim, mesmo depois de 42 anos e algumas reformas nos prédios ocupados pelo curso, e após várias tentativas empreendidas pelos docentes da área, a Radiologia Odontológica da UFSC ainda não passou por um processo de digitalização, mesmo com a maioria das disciplinas práticas e laboratoriais (pré-clínicas e clínicas) do curso sendo dependentes do Ambulatório de Radiologia. Esse atraso implica na limitação de experiências aos discentes, tempo maior de atendimento ao paciente, além de dificultar o desenvolvimento de práticas e pesquisas coerentes com o mercado de trabalho e com o desenvolvimento científico atuais. Este trabalho foi desenvolvido, então, com objetivo de estimular a digitalização da Radiologia Odontológica da UFSC.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SENSORES CCD/CMOS

O primeiro sistema de radiografia digital, desenhado para obtenção de imagens intrabucais, foi apresentado pelo francês Dr. Francis Moyon, em 1989, na França, operando com a tecnologia de Carga Acoplada. O sistema ficou conhecido como *Radiovisiography* (RVG) (Trophy Radiologie, Marne la Vallee, França), e foi divulgado como uma alternativa à prática convencional, possibilitando a visualização da imagem, imediatamente, após a exposição com uma quantidade menor de radiação ao paciente (MOUYEN et al., 1989).

Os sensores para captação de imagens radiográficas diretas denominam-se também de detectores “do estado sólido”. A captação pode ser feita por dois sistemas: os Dispositivos de Carga Acoplada e os Dispositivos Semicondutores de Óxido Metálico Complementar (AUSTIN, 2012) – ambos funcionam de forma semelhante, do ponto de vista técnico, e diferem na transferência do sinal eletrônico ao receptor de imagem (AZIMAN; HELLÉN-HALME; SHI, 2019). Além disso, os CMOS, por vezes, são mais baratos e podem

apresentar menor resolução se comparados às imagens obtidas com CCD (WATANABE; ARITA, 2012).

O sensor CCD é formado por uma matriz de pixels individuais, organizados em fileiras de silício, sob uma camada cintilante feita de materiais similares aos ecrãs intensificadores. Quando os fótons de raios X incidem sobre a camada cintilante, esta libera uma luz que interage com o silício presente na matriz. Essa interação cria um pacote de carga para cada pixel individual; esse padrão representa a imagem latente (uma imagem invisível para posterior conversão visível no processamento). Essa carga é transferida, então, para um amplificador responsável pela leitura e transmissão da voltagem para o conversor analógico-digital. A voltagem de cada pixel é associada a um valor traduzido por um tom na escala de cinza, que será responsável pela visualização da imagem final (WHITE; PHAROAH, 2015; WHAITES, 2007).

A tecnologia CMOS difere da CCD apenas na microarquitetura do sensor, pois, em relação à qualidade da imagem, não se observam diferenças notórias. O que distingue as duas é, basicamente, que na tecnologia CMOS, há um maior número de componentes eletrônicos para a conversão de energia, facilitando, assim, a sua produção e reduzindo custos da manufatura (WATANABE; ARITA, 2012).

A grande vantagem da tecnologia direta é a visualização imediata da imagem – exposição do sensor e verificação da imagem em um único passo, diferente das placas de fósforo que exigem uma etapa intermediária (AZIMAN; HELLÉN-HALME; SHI, 2019). Entretanto, para que haja a transferência instantânea dos dados, faz-se necessário um cabo de ligação entre o sensor e o conversor analógico-digital presente no computador, o que pode ser uma desvantagem (WHITE; PHAROAH, 2015, p. 134). A qualidade das imagens fornecidas pelo CCD depende de alguns fatores, como: dimensão do sensor, latitude de exposição, tipo da camada de cintilação e o *software* de exibição. Uma das suas desvantagens é o alto custo para a aquisição do equipamento (SAKHDARI et al., 2015). Além disso, comparando-se às placas de fósforo, o CCD é mais trabalhoso para colocar na cavidade bucal do paciente devido à espessura e rigidez, sendo, muitas vezes, necessárias repetições das radiografias, aumentando, assim, a dose de exposição ao paciente (FARRIER et al., 2009).

Nas tomadas radiográficas intrabucais, é possível notar a capacidade de redução da dose de radiação, uma vez que os sensores são altamente sensíveis e trabalham com menores exposições. Entretanto, nas radiografias extrabucais, o tempo de exposição é quase o mesmo

que na técnica convencional devido ao uso de placas intensificadoras nos equipamentos cefalométricos e panorâmicos, não sendo notáveis grandes variações da dose de exposição ao paciente entre a tecnologia digital e a convencional (DANNEWITZ et al., 2002; GIJBELS et al., 2004).

O controle de infecção para as técnicas diretas segue os princípios da biossegurança na Odontologia, além do adicional de uma embalagem plástica que envolva o sensor e uma sobre o cabo, uma vez que eles não podem ser autoclavados (DIWAKAR; KAMAKSHI, 2015).

3.1.1 Marcas de sensores CCD/CMOS disponíveis no mercado

A seguir, uma tabela com as marcas de sensores existentes no mercado:

Tabela 1 - Marcas fabricantes de Sensores CCD/CMOS

PRODUTO	EMPRESA
CDR; CDR Wireless	Schick
CygnusRay MPS	MPS Digital X-ray Sensor System
DEXIS	ProVision Dental Systems, Inc.
Dixi® 2	Planmeca Group
Dixsy	Villa Sistemi Medicali
Dr. Suni Plus	Suni Medical Imaging Inc.
EVA	Dent-x
F1 iOX megapixel X-raySensor	Fimet
MPDx	Remedent N.V.
MPS Digital X-ray SensorSystem	Progeny Dental
SIDEXIS	Sirona
VistaRay Sensor	Dürr Dental
VisualiX HDI	Gendex

Tabela 1 - Fabricantes de CCD/CMOS e seus respectivos modelos disponíveis no mercado
WATANABE; ARITA, p. 138-139, 2012

3.2 PLACAS DE FÓSFORO FOTO-ESTIMULÁVEL

A primeira placa de fósforo foto-estimulável foi produzida pela Fuji em 1981 (SCHAETZING, 2003). Entretanto, o sistema só foi comercializado em formato intraoral em 1994 (Digora, Orion Co./Soredex, Helsinque, Finlândia) (DENIZ; KAYA, 2019). Três anos depois, a empresa *Gendex* lançou o sistema *DenOptixH* que possibilitava a aquisição de imagens por meio da mesma técnica (MELO et al., 2010). Desde então, as placas de fósforo

foto-estimulável são estudadas e desenvolvidas com o objetivo de facilitar a obtenção de imagens radiográficas digitais de qualidade para a Odontologia (MELO et al., 2010).

Placas de fósforo foto-estimulável (PSP) são receptores de imagem indiretos, ou seja, a formação da imagem dá-se em etapas, existindo um passo intermediário entre a captação da imagem e a visualização da imagem final. Inicialmente, a placa é exposta à radiação produzindo uma imagem latente por ionização da superfície. A leitura da imagem na placa será efetivada por um feixe infravermelho, fornecido por um *scanner* (passo intermediário), que estimulará os elétrons contidos na placa até que emitam um feixe de luz azul; os fótons da luz azul, por sua vez, serão convertidos em sinal elétrico. Este sinal será digitalizado por um conversor analógico-digital, sendo esse o último passo do processamento – a exibição e o armazenamento da imagem digital (CALISKAN; SUMER, 2017; ESKANDARLOO et al., 2018; WENZEL; MØYSTAD, 2010).

As vantagens das PSP vão ao encontro das vantagens gerais da radiografia digital odontológica: menor tempo de manipulação, descarta a necessidade do processamento químico, além de possibilitar o processamento digital das características da imagem para fins diagnósticos e o armazenamento das imagens de forma mais prática (VANDENBERGHE, 2018). Além disso, as placas de fósforo não necessitam de um fio de ligação entre o sensor e o computador, o que facilita a colocação na boca e a aceitação do paciente (ESKANDARLOO et al., 2018). Tais receptores de imagem indiretos possuem a arquitetura fina e flexível, podendo ser encontrados nas mesmas dimensões dos filmes convencionais, ou seja, em tamanhos adulto tradicional, infantil e oclusal (AKTAN; ÇIFTÇI; AKGÜNLÜ, 2012).

Entretanto, esse sistema também possui suas desvantagens. Uma das principais é a energia que permanece armazenada na placa após a exposição radiográfica, sendo necessário um procedimento de apagamento, que consiste em expor o sensor a uma fonte de luz brilhante por determinado período de tempo (ESKANDARLOO et al., 2018; MELO et al., 2010). A vida útil dessas placas também pode ser um inconveniente, uma vez que o desgaste mecânico e os impactos na camada de fósforo durante o manuseio podem causar danos à placa e prejudicar a visualização das imagens (WENZEL; MØYSTAD, 2010). Quanto à dose de radiação, ela é semelhante à utilizada com o sistema radiográfico convencional.

Os receptores de imagem digital, tanto os diretos quanto os indiretos, foram adaptados aos equipamentos de radiografias extrabuciais. As placas de fósforo, para tomadas radiográficas extrabuciais, possuem as mesmas dimensões que os filmes panorâmicos e

cefalométricos convencionais, ao passo que os sensores CCD/CMOS têm um receptor longo, vertical e rígido (DIWAKAR; KAMAKSHI, 2015).

Assim como os receptores digitais diretos, as placas de fósforo não podem ser autoclavadas, ou seja, devem estar sempre encobertas por embalagens plásticas a fim de evitar a contaminação cruzada entre pacientes e, também, não infectar o profissional. Este, vale ressaltar, deve estar, em todos os momentos do atendimento, utilizando-se de equipamentos de proteção individual (EPIs) (WENZEL; MØYSTAD, 2010).

3.2.1 Marcas de Placas de Fósforo Foto-Estimulável disponíveis no mercado

A seguir, uma tabela com as marcas de sensores existentes no mercado:

Tabela 2 - Marcas fabricantes de Sensores PSP

PRODUTO	MARCA
CS 7200	Carestream
Combix Xi, Paxorama Xi	Orex
DenOptix	Gendex
Digora fmx, Digora Optime	Soredex
Intrascan Intrascan W, Multiscan	No longer sold
VistaScan, VistaScan Intra	Dürr Dental

Tabela 2 - Fabricantes de PSP e seus respectivos modelos disponíveis no mercado

WATANABE; ARITA, p. 138-139, 2012

3.3 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

No final da década de 90, um grupo de italianos apresentou uma nova técnica radiográfica, análoga à Tomografia Computadorizada. Tal modelo ficou conhecido como “*NewTom-9000*”, o qual utilizava a tecnologia de feixe cônico para Odontologia, ao invés do feixe de radiação em forma de leque usado na TC (MOZZO et al., 1998). Nos anos seguintes, um grupo de professores japoneses e finlandeses apresentou outro modelo utilizando a mesma tecnologia, que se denominava “*Ortho-CT*”. Rapidamente, essa tecnologia foi implementada na prática odontológica clínica e hospitalar, uma vez que tais aparelhos possuíam vantagens interessantes (GARIB et al., 2007).

No Tomógrafo de Feixe Cônico, da sua fonte de raios X, emana um feixe de radiação com formato de cone em direção ao objeto a ser tomografado, abrangendo toda a região de interesse. O feixe de raios atenuado, que passou pelos tecidos anatômicos, será recebido pelo

detector de imagem localizado ao lado oposto à fonte – ambos girando em torno do centro de rotação (a área anatômica de interesse) (WHITE; PHAROAH, 2015). Vale ressaltar que, para essa técnica radiográfica, os raios X são capturados por um intensificador de imagens e por um sensor sólido – geralmente, CCD - não sendo utilizados filmes radiográficos. Com as projeções sequenciais durante a rotação do equipamento, é obtido um conjunto de dados que será reconstruído por programas (*softwares*) de processamento responsáveis pela formação dos *voxels* – unidade de imagem tridimensional - para análise e exibição da imagem desejada. As imagens finais poderão, então, ser reconstruídas nos planos axial, coronal, sagital e oblíquo, permitindo, assim, a visualização das estruturas anatômicas nas três dimensões e, ainda, em formato tridimensional (CAVALCANTI, 2014; PATEL et al., 2007).

O equipamento pode fazer uma rotação de 360° ou de 180°, que será responsável pela detecção sequencial e pela produção da imagem da área irradiada (WATANABE; ARITA, 2012). O tempo de varredura dessa técnica depende de cada fabricante do equipamento (VENKATESH; ELLURU, 2017). A TCFC permite uma única rotação para captura completa da imagem, se comparada à TC. Nesta são necessárias várias fatias em movimento, em sequência, para a visualização completa da imagem final (KAU et al., 2005).

Se comparados aos aparelhos de TC, os tomógrafos de feixe cônico têm tamanhos mais compactos, custo reduzido, menor tempo de varredura e menor exposição ao paciente à radiação ionizante (VENKATESH; ELLURU, 2017). Um estudo relatou que a radiação total utilizada em uma tomada radiográfica de TCFC é de, aproximadamente, 20% da radiação liberada pela TC (KAU et al., 2005). Além disso, a técnica de feixe cônico comprovou alta eficácia diagnóstica em tecidos mineralizados maxilofaciais (GARIB et al., 2007). Além dessas vantagens, a disponibilidade de cortes sagitais, coronais e axiais para reconstruções multiplanares, bem como a reconstrução 3D, tornam a TCFC um método crucial para diagnósticos e planos de tratamentos em áreas da Odontologia como implantodontia, ortodontia, cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial (KRZYŻOSTANIAK et al., 2015).

Entretanto, o Campo de Visão (*Field of view* - FOV) de alguns tomógrafos pode ser maior do que o ideal, resultando em maior produção de feixes secundários e expondo, dessa forma, o paciente a maiores doses de radiação (JAIN et al., 2019). A quantidade de raios X fornecidos também irá depender das configurações de miliamperagem (mA) e de kilovoltagem (kVp) determinadas no aparelho. A redução da dose de radiação está diretamente ligada à qualidade da imagem: se o operador reduzir os valores de mA e kVp para

uma menor exposição, poderá prejudicar a qualidade da imagem final (KAU et al., 2005). Além disso, a impossibilidade do diagnóstico de alterações dos tecidos moles e a existência de artefatos são pontos que contam como desvantagem para essa técnica, se comparada à TC que, em sua maioria, produz menos ruído, apresentando uma imagem mais limpa. No entanto, os benefícios da TCFC tendem a superar tais inconvenientes (JAIN et al., 2019; VENKATESH; ELLURU, 2017).

Apesar de todas as vantagens citadas, é importante lembrar que as indicações para tomografias sejam todas clinicamente justificadas, além de entender que essa técnica não é uma substituta das radiografias periapicais e panorâmicas – é uma modalidade complementar para aplicações específicas. Além disso, deve-se sempre utilizar o princípio da dose de radiação “tão baixa quanto razoavelmente exequível” (ALARA) (JAIN et al., 2019).

3.3.1 Marcas de equipamentos de TCFC disponíveis no mercado

A seguir, uma tabela com as marcas de equipamentos existentes no mercado:

Tabela 3 - Marcas fabricantes de aparelhos Tomográficos

PRODUTO	EMPRESA
3M	Iluma
Biolase	DaVinci
Carestream (Kodak)	CS 8100, CS 9000, CS 9100, CS 9300
Gendex	GXCB-500 HD, GXDP-700 (SC), GXDP-800
Imaging Sciences International	i-CAT, i-CAT Classic, i-CAT Precise, i-CAT Next Generation, i-CAT FLX Series V9; V10; V17,
Instrumentarium	OP 200 Series, OP 300, OP 300 Maxio
J. Morita	Versaviewepocs 3D, 3D R100, 3D F-40
Planmeca	Promax 3D, 3D S, 3D Classic, 3D Plus, 3D Mid, 3D Max
NewTom	VGi, VGi evo, Giano, GO 2D/3D, 5G, VGi Flx
Prexion 3D	Excelsior (Pro, Plus, Ex), Eclipse
Sirona	Galileos Compact, Galileos Comfort, Galileos Comfort Plus, Orthophos SL 3D, Orthophos XG 3D, Axeos
Sorodex	Cranex 3D, Cranex 3Dx, 3D Endo, Excel and Basex
Suni	Suni3D

Vatech	Master 3Ds, PaX-Reve 3D, i3D Smart, I3D Premium, PaX - i3D, Pax – i3D Green
Xoran	MiniCAT, MiniCAT IQ

Tabela 3 - Fabricantes de TFC e seus respectivos modelos disponíveis no mercado

3.4 FUNCIONAMENTO DA RADIOLOGIA DIGITAL

Para o funcionamento da radiologia digital, o ambiente deve estar equipado com computadores (unidades de processamento de dados – CPUs), monitores de alta resolução, receptores de imagem digital diretos e/ou indiretos, e *scanner* para técnicas indiretas. O computador deve portar o *software* oferecido pelo sistema dos receptores de imagem. É através deste *software* que será possível utilizar ferramentas de ajuste da imagem, como brilho, contraste, *zoom*, anotações, medições, entre outras alternativas. O armazenamento dessas imagens também é feito em computadores. A Associação Odontológica Americana, em 2005, desenvolveu um relatório sobre as exigências ao se compartilhar exames de pacientes. O sistema capaz de transmitir chama-se DICOM - *Digital Imaging and Communications in Medicine*. Este sistema operacionalizou a transmissão de imagens em um método seguro e legalmente aceito de transmissão de exames, além de padronizar o formato, garantindo qualidade e eficiência (WATANABE; ARITA, 2012).

3.5 TRANSIÇÃO DA RADIOGRAFIA ANALÓGICA PARA DIGITAL NAS UNIVERSIDADES

Em 2013, o professor Plauto C. A. Watanabe da Universidade de São Paulo (USP), campus Ribeirão Preto, elaborou um projeto intitulado “Implementação da Radiologia Odontológica Digital – Sustentabilidade na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP)/Universidade de São Paulo” (WATANABE, 2013). O trabalho foi justificado com argumentos de promover sustentabilidade ambiental por meio da diminuição dos resíduos gerados na prática da radiologia convencional, como plásticos, chumbo, prata, além do elevado gasto de água para as lavagens intermediárias e finais do processamento radiográfico. Além disso, a equipe que desenvolveu o projeto justificou a digitalização da radiologia para a redução de até 60% das doses de exposição à radiação ionizante que alunos, professores, pacientes e funcionários recebiam, diariamente, nos atendimentos odontológicos.

Entre os objetivos do plano estavam “conduzir a Universidade para se tornar um modelo de sustentabilidade para a sociedade; o fim das tomadas radiográficas convencionais, e, conseqüentemente, do processamento químico radiográfico; acabar com a geração de lixo gerado pelos procedimentos radiográficos; estimular pesquisas utilizando somente imagens de arquivo digitais e tecnologias inovadoras”. O processo para execução do projeto teve início no mesmo ano da sua publicação, 2013, e alcançou clínicas e laboratórios da Faculdade de Odontologia, embora ainda não tenha sido finalizado por completo.

Em um contexto similar, um trabalho desenvolvido no ano de 2020, na Universidade Evangélica de Goiás (AMARAL et al., 2020), contabilizou a quantidade de resíduos que seriam gerados, durante nove meses, na prática da radiologia convencional nos atendimentos clínicos da universidade se não fosse a radiografia digital. Foi feito um levantamento da quantidade de exames intrabucais realizados, chegando-se ao número de 2.554. Para esse número, o cálculo mostrou que, de resíduo sólido (filme, película de chumbo, papel preto e envelope plástico) seriam gerados 5.207,606 gramas, enquanto, com a prática digital, a qual necessita apenas de um invólucro de plástico para biossegurança do paciente, foram gerados 150,68 gramas. Após testes de porcentagens simples, observou-se que o uso da radiologia digital evita a produção de 97,1%, em peso, de resíduos sólidos.

Outro trabalho, este realizado na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (ALVES DOS SANTOS QUEIROGA et al., 2010) no ano de 2010, avaliou, em 915 radiografias, os principais erros técnicos cometidos por alunos de graduação em Odontologia realizando técnicas radiográficas intrabucais. Entre os nove erros citados, estavam a presença da lâmina de chumbo na imagem final, alta e baixa densidade da imagem e a presença de manchas amareladas nas radiografias após determinado tempo de armazenamento destas. Com a análise dos prontuários ativos, foi possível notar melhoria na qualidade das radiografias quando digitais. Além disso, foi notória a diminuição das repetições de tomadas radiográficas, bem como, a facilidade de identificar alterações dentais com a utilização dos filtros de nitidez, de densidade e de contraste presentes nos *softwares* digitais (SANTANA et al., 2022).

Um estudo realizado em 2019 por Zhang e colaboradores (ZHANG et al., 2019) fez um panorama mundial da aderência à radiografia digital na Odontologia. No Reino Unido, em 2011, 49% dos dentistas faziam uso de equipamentos digitais em seus consultórios. Na Suécia, em 2018, 98% dos dentistas participantes da pesquisa responderam que haviam feito a

transição convencional-digital. No Brasil, quando indagados em 2011, 55,6% responderam ser adeptos ao método digital. Em 2018, esse número havia atingido 85,4%. Foi observado, também nesse mesmo trabalho, no panorama mundial, que, em ambientes acadêmicos, teve-se uma grande tendência à introdução da radiografia digital direta intrabucal no currículo do curso de Odontologia. Por exemplo, nos Estados Unidos, os alunos são treinados para utilizar Placas de Fósforo e Dispositivos de Carga Acoplada durante o curso de graduação.

Somando os trabalhos anteriormente citados às vantagens que a radiografia digital oferece, como ausência de processamento químico, redução da dose de radiação ao paciente, diminuição do tempo de atendimento, eliminação do custo de filmes e de soluções químicas de processamento, melhor interpretação e capacidade de ajuste das imagens (CANDEIRO; BRINGEL; VALE, 2009), justificou-se a produção deste projeto para a Universidade Federal de Santa Catarina.

No primeiro semestre de 2022, os alunos do curso de graduação em Odontologia, Luiza Labes e João Vitor Amorim, produziram um *banner* (Fig. 1) para a Semana do Meio Ambiente da UFSC. O trabalho tinha como objetivo apresentar os impactos ambientais frente ao acúmulo de resíduos na prática da Radiologia Convencional do Ambulatório de Radiologia Odontológica. Foram analisados os quatro tanques de processamento presentes na câmara escura do referido ambulatório. Em cada tanque, há três subdivisões: uma com solução reveladora, outra com água corrente e outra com solução fixadora. Em cada subdivisão, há 20 litros da solução, somando 160 litros de soluções ativas na câmara escura. Essas soluções são trocadas por, pelo menos, duas vezes ao ano, somando, de descarte anual, 160 litros de revelador, 160 litros de fixador, além dos resíduos sólidos e a água contaminada resultante do processamento radiográfico. As considerações finais dos alunos, frente ao alto acúmulo desses resíduos, sugerem a digitalização da Radiologia Odontológica como opção sustentável e inovadora.

Figura 1 - *Banner* apresentado na Semana do Meio Ambiente da UFSC em 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

SEMANA DO MEIO AMBIENTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
SAÚDE E MEIO AMBIENTE

POR UMA RADIOLOGIA SUSTENTÁVEL NA ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Luiza Gomes Labes¹, João Vitor da Silva Amorim¹, Murillo José Nunes de Abreu Junior²

Introdução: A Radiologia se faz presente no dia-a-dia das práticas clínicas e laboratoriais com o objetivo de obter imagens para detecção de patologias e variações da normalidade. Entretanto, para a visualização da imagem final, o processamento dos filmes se faz necessário em uma câmara escura. Essa atividade gera grande acúmulo de resíduos sólidos e líquidos, como soluções reveladoras, fixadoras, água contaminada e películas radiográficas.¹

Objetivo: Apresentar os impactos ambientais frente ao acúmulo de resíduos na Radiologia Odontológica da UFSC, buscando estimular uma prática mais sustentável, como a radiologia digital.

Resultados: A câmara escura da Radiologia Odontológica possui 4 tanques de processamento em atividade, sendo cada tanque subdividido como mostra a Figura 1. A manutenção e coleta dos produtos é realizada uma vez por semestre para os líquidos (Fig. 2.3, 2.4) e sob demanda para as películas (Fig. 2.1, 2.2). Ou seja, em um ano, tem-se de descarte de resíduo químico: 160 litros de revelador + 160 litros de fixador. Os produtos químicos são coletados pela Gestão de Resíduos da UFSC, enquanto, a água é corrente para a fossa da Universidade.

Figura 1: Tanque de processamento.

Figura 2: Descarte.

Tanque de produtos químicos para revelação de radiografias. 1) Revelador; 2) Água; 3) Fixador.

1 e 2) Acúmulo de películas radiográficas na câmara escura; 3 e 4) Garrafas para descarte de resíduos químicos.

Considerações finais: Frente ao grande acúmulo de resíduos no exercício da Radiologia convencional, que se encontra obsoleta, este projeto visa estimular a digitalização da Radiologia Odontológica, como sugestão à uma prática sustentável, inovadora e compatível com o mercado de trabalho atual.

Referências:
WHITE, S.; PHAROAH, M. Radiologia Oral. Rio de Janeiro, 7ª edição, Elsevier, 2015.
UFSC. Destinação final dos resíduos químicos. 2022. Disponível em: <https://gestaoresiduos.ufsc.br/destinacao-final-dos-residuos-quimicos/labeta-certa-certa/>

Figura 1 - *Banner* “Por uma radiologia sustentável na Odontologia da UFSC”

Ainda neste contexto de sustentabilidade, Grigoletto e colaboradores (2011) quantificaram, no estado de São Paulo, a concentração em seus efluentes de prata (Ag) presente na água e na solução fixadora após processamento radiográfico convencional. Neste estudo, foram selecionados, após aplicados critérios de inclusão e exclusão, doze serviços de radiodiagnóstico, e estes foram responsáveis por fornecer as amostras de estudo. De cada local, duas amostras foram coletadas para análise, cada uma contendo 15 mL - uma de solução fixadora e outra de água. As amostras foram diluídas 1.000 vezes com ácido nítrico a 2% e, posteriormente, analisadas. Exceto em um serviço de imagem, todas as amostras apresentaram limite máximo de Ag em efluentes maior do que o permitido pela legislação brasileira - Resolução Conama n°. 357/2005.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Estimular a digitalização da Radiologia Odontológica na Universidade Federal de Santa Catarina.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Constatar quais ambientes necessitam da utilização de equipamentos radiográficos na Odontologia da UFSC;
- Definir os equipamentos necessários à transição analógico-digital dos ambientes;
- Definir a quantidade de equipamentos necessários à transição analógica-digital dos ambientes;
- Desenvolver um projeto para digitalização destes ambientes.

5 METODOLOGIA

5.1 DEFINIÇÃO E ANÁLISE DOS AMBIENTES A SEREM DIGITALIZADOS

O Departamento de Odontologia da UFSC ocupa o Bloco D do Centro de Ciências da Saúde (CCS) para aulas, atividades práticas e realização de atendimentos clínicos aos pacientes. Apenas o Laboratório de Endodontia ocupa um bloco individual para atividades de pesquisa e extensão.

Para avaliar a possibilidade de digitalização da Radiologia Odontológica, foi necessário buscar acesso às plantas baixas do prédio ocupadas pelo Curso de Odontologia, com visão detalhada dos três pavimentos: 1º, 2º e 3º. As plantas deveriam detalhar área, cortes, paredes, aberturas e divisórias.

Após a obtenção desses esquemas, foi realizada uma visita criteriosa a todos os ambientes a fim de analisar, fotografar e tabular as áreas passíveis de alteração para posterior confecção do projeto.

5.2 ANÁLISE DAS NECESSIDADES DE CADA ÁREA

Para que seja realizada a digitalização de toda a Radiologia Odontológica, foi feita uma análise individual das disciplinas dependentes de imagens radiográficas e dos espaços laboratoriais e clínicos que igualmente as utilizam. A análise foi realizada com base na demanda e na disponibilidade atual dos equipamentos, visando listar quais e quantos seriam necessários para cada ambiente.

5.3 SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Foi realizado um estudo sobre os equipamentos radiográficos digitais atuais relacionados à Odontologia para definir quais os que melhor se adaptam às necessidades dos ambientes, condizente com o melhor custo-benefício à Universidade Federal.

Após a escolha dos equipamentos radiográficos, foi pré-definida a quantidade destes que cada ambiente deveria constar, bem como, as necessidades de equipamentos acessórios: cadeiras odontológicas, servidores de armazenamento de dados, monitores e CPUs. Uma tabulação foi realizada para cada ambiente.

6 RESULTADOS

6.1 ANÁLISE DAS PLANTAS BAIXAS

Os três pavimentos (Fig.2, Fig.3, Fig.4) do Departamento de Odontologia estão expostos abaixo, enquanto, as áreas incluídas no projeto de digitalização estão indicadas em vermelho.

Figura 2 - Planta baixa do 1º pavimento



Figura 2 - Planta baixa do 1º pavimento, Bloco D, CCS. Com destaque em: A) Clínica de Pós-Graduação; B) Ambulatório de Radiologia; C) Centros Cirúrgicos; D) Laboratório de Ortodontia

No primeiro pavimento (térreo) do prédio das Clínicas Odontológicas, estão presentes a Clínica de Pós-Graduação, Centros Cirúrgicos, Laboratório de Ortodontia e o Ambulatório de Radiologia que entraram no projeto para digitalização. O espaço do Centro Cirúrgico encontra-se, atualmente, inativo, porém, este trabalho visa sua reabertura para melhor aproveitamento dos espaços e possibilitar o retorno de atividades que, anteriormente, o utilizavam para procedimentos cirúrgicos em pacientes e projetos de pesquisa e extensão em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial.

Figura 3 - Planta baixa do 2º pavimento



Figura 3 - Planta baixa do 2º pavimento, Bloco D, CCS. Com destaque em: A) CEPID; B) Clínica I; C) Laboratório I

No segundo andar do prédio das Clínicas Odontológicas, estão localizados o Centro de Ensino e Pesquisa em Implantes Dentários (CEPID), a Clínica I e o Laboratório I. Estes ambientes entraram também no projeto de digitalização por apresentarem atendimentos e procedimentos diários que necessitam de radiografias em alta demanda.

Figura 4 - Planta baixa do 3º pavimento

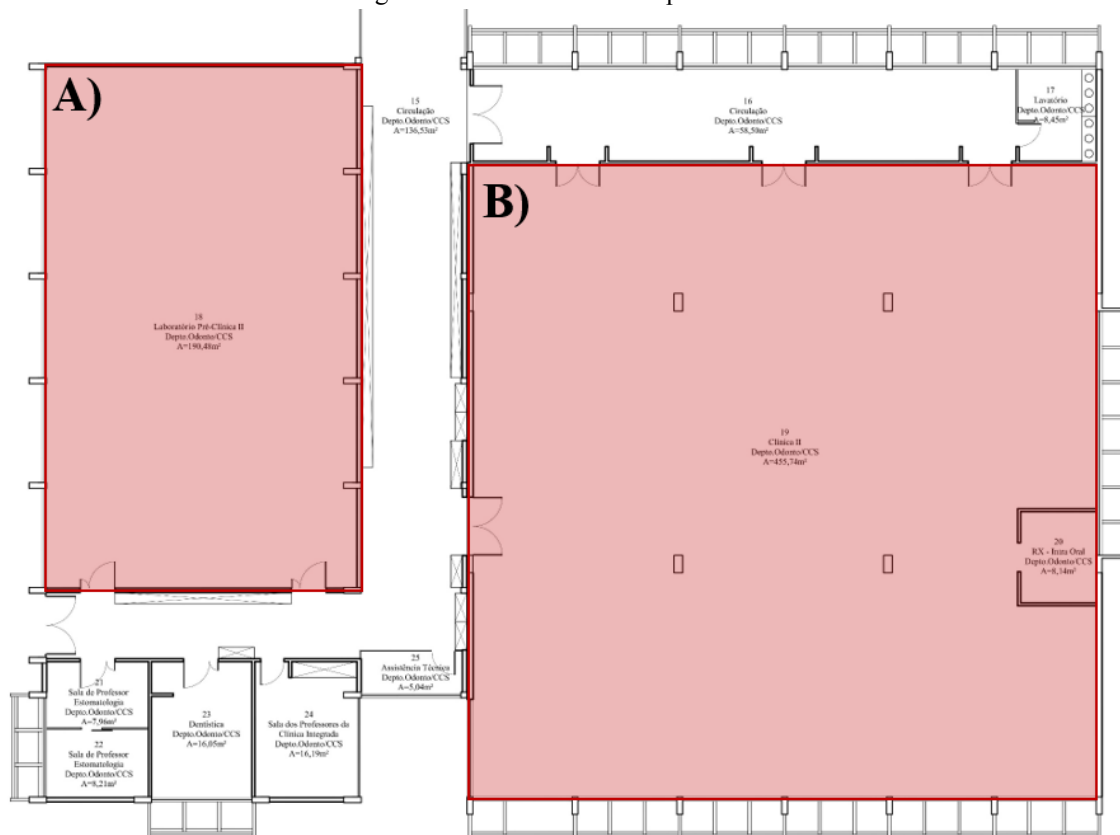


Figura 3 - Planta baixa do 3º pavimento, Bloco D, CCS. Com destaque em: A) Laboratório II; B) Clínica II

No terceiro andar do prédio das Clínicas Odontológicas, estão localizados o Laboratório II e a Clínica II. Estes ambientes também entraram no projeto de digitalização pelos mesmos motivos citados anteriormente.

6.2 NECESSIDADES PARA CADA AMBIENTE

6.2.1 Análise de demanda

A necessidade de cada ambiente foi avaliada com base na demanda:

- Ambulatório de Radiologia: é destinado aos exames odontológicos de imagens da UFSC. As disciplinas de Radiologia I e II tem 100% do funcionamento dependente do Ambulatório, bem como, alunos das disciplinas de Endodontia e Prótese-Parcial que também

o utilizam, além dos pacientes que descem das Clínicas I e II, da Clínica de Pós-Graduação e do Laboratório de Ortodontia para tomadas radiográficas;

- Centro Cirúrgico: encontra-se, atualmente, desativado. Mas, este projeto, visando a sua reabertura para a realização de cirurgias e projetos de extensão, propõe a colocação de equipamentos radiológicos, também digitais, para facilitar os procedimentos e radiografias transoperatórias;

- Clínica de Pós-Graduação: o Programa de Pós-Graduação da UFSC, atualmente, conta com as seguintes áreas de concentração: Clínica Odontológica, Diagnóstico Bucal, Endodontia, Implantodontia e Odontologia em Saúde Coletiva. Procedimentos relacionados à Dentística, Oclusão, Prótese-Parcial, Endodontia e Odontopediatria, são, frequentemente, realizados nesse ambiente. Tal demanda fundamenta a colocação de monitores e CPUs para visualização das imagens durante os atendimentos, entretanto, pela proximidade ao Ambulatório de Radiologia, não se justifica a colocação de aparelhos de raio x;

- Clínicas I e II: são as clínicas onde ocorrem os atendimentos aos pacientes. Utilizadas para as disciplinas de Clínica I, Clínica II, Clínica III, Estágio Supervisionado do Adulto e do Idoso I e II, Estágio Supervisionado da Criança e do Adolescente I e II e Estágio Supervisionado Interdisciplinar. Além disso, as disciplinas de Periodontia e Oclusão também as ocupam para aulas práticas. A análise do ambiente se deu pela alta demanda de radiografias realizadas nos atendimentos em função de apenas um aparelho de raios X disponível em cada clínica atualmente. Em procedimentos de áreas que necessitam de radiografias instantâneas iniciais e/ou durante o atendimento, como endodontia e dentística, se faz necessário um ambiente dinâmico para obtenção das imagens.

- CEPID: é o centro responsável pelas áreas de Periodontia e Implantodontia do curso de Odontologia. Os procedimentos realizados mais frequentemente são: instalação de implantes, gengivectomia, recobrimento radicular e levantamento de seio maxilar. A análise visa possibilitar a realização de radiografias no próprio ambiente clínico, não sendo necessário deslocamento às clínicas e/ou ao Ambulatório de Radiologia, além da realização de radiografias transoperatórias quando necessárias;

- Laboratório de Endodontia: análise com base na demanda de pesquisas e desenvolvimento científico realizados por docentes, alunos de graduação e de pós-graduação. Neste, há disponibilidade apenas de um aparelho de raios X muito antigo;

- Laboratório de Ortodontia: além da área de Ortodontia, disciplinas de Prótese-Total e Prótese-Parcial também utilizam o ambiente. A análise foi feita com base na demanda de atendimentos, pesquisas e desenvolvimento científico realizados por docentes e alunos de graduação. Por exemplo, um projeto de extensão chamado “Orto Kids” que ali é desenvolvido e realiza, frequentemente, procedimentos odontopediátricos como: instalação de dispositivos ortodônticos, restaurações, profilaxias, orientações de higiene, cirurgias, entre outros;

- Laboratórios I e II: necessidade avaliada com base na demanda necessária das disciplinas que os utilizam e dependem de imagens (Endodontia e Prótese Parcial). Para a realização dessas radiografias, os alunos são obrigados a descer ao Ambulatório de Radiologia, fazendo filas nos boxes e, por vezes, prejudicando aulas e/ou atendimentos em andamento. Além disso, para a realização de um tratamento de canal completo, são necessárias várias radiografias durante o procedimento, justificando, ainda mais, a digitalização deste ambiente para a otimização das aulas práticas.

6.3 ANÁLISE DOS AMBIENTES REAIS

6.3.1 Ambulatório de Radiologia

O Ambulatório de Radiologia, atualmente, conta com nove boxes com aparelhos de raios X, uma sala com um aparelho de raios X panorâmico (não está funcionando), uma câmara escura, duas salas para uso dos técnicos em radiologia, copa, sala de armazenamento, sala dos professores, e duas salas de aula portando mesas com negatoscópios, como mostram as imagens a seguir:

Figura 5 - Ambulatório de Radiologia



Figura 5 - Ambulatório de Radiologia com visão panorâmica dos boxes em atividade

Figura 6 - Box para tomadas radiográficas no Ambulatório de Radiologia



Figura 6 - Cadeira odontológica e aparelho de raios X utilizados

Figura 7 - Sala de aula – Ambulatório de Radiologia



Figura 7 - A sala de estudos possui algumas mesas com negatoscópios acoplados

Figura 8 - Sala de técnicos no Ambulatório de Radiologia



Figura 8 - A) Sala 1 onde, atualmente, possui um aparelho de raios X panorâmico sem funcionamento, e um aparelho novo encaixotado que ainda não foi instalado; B) Sala 2, usada, atualmente, apenas para guardar materiais

Figura 9 - Câmara escura no Ambulatório de Radiologia



Figura 9 - A) Bancada com tanques de processamento radiográfico; B) Acúmulo de resíduos para descarte; C) Tanque de processamento com as três divisórias – revelador, água, fixador

6.3.2 Clínica de Pós-Graduação

A Clínica de Pós-Graduação possui oito boxes, um ao lado do outro, para atendimentos que são realizados diariamente, como mostra a imagem a seguir:

Figura 10 - Box de atendimento clínico



Figura 10 - Box de atendimento clínico passível de colocação de um monitor para visualização de imagens radiográficas

6.3.3 Clínicas I e II

As Clínicas possuem, atualmente, cinquenta boxes individuais para atendimento aos pacientes e apenas um box para obtenção de radiografias. Enquanto, as radiografias são reveladas e fixadas em aparatos e potes de plástico próprios para processamento radiográfico.

Figura 11 - Box de atendimento clínico



Figura 11 - Box de atendimento clínico passível de colocação de um monitor para visualização de imagens radiográficas

Figura 12 - Método radiográfico utilizado nos atendimentos clínicos

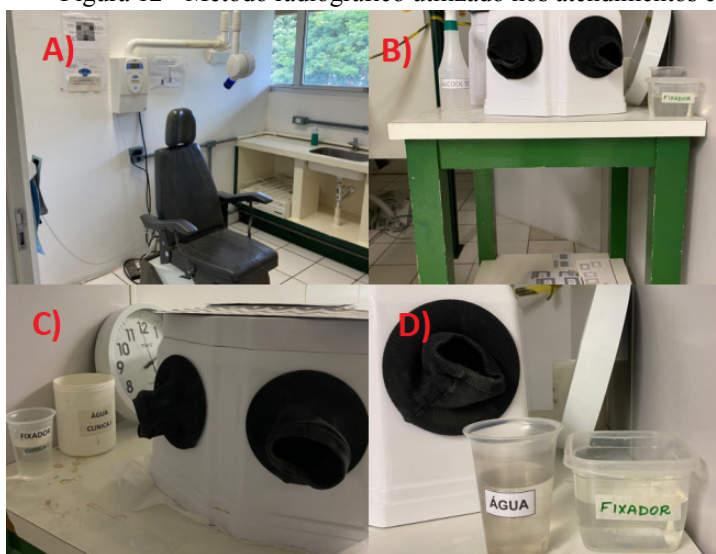


Figura 12 - A) Sala de radiografia na clínica; B e C) Aparatos para o processamento radiográfico; D) Soluções químicas utilizadas no processamento radiográfico convencional

6.3.4 CEPID

CEPID possui nove boxes para atendimento, um ao lado do outro, e nenhum box com aparelho de raios X.

Figura 13 - Box de atendimento clínico



Figura 13 - Box de atendimento clínico passível de colocação de um monitor para visualização de imagens radiográficas

6.3.5 Laboratório de Endodontia

No Laboratório de Endodontia não são realizados atendimentos a pacientes, apenas pesquisas laboratoriais. Possui, atualmente, um aparelho de raios X muito antigo e nenhum aparato para revelação e fixação das radiografias.

Figura 14 - Espaço que os alunos utilizam para fazer radiografias



Figura 14 - Aparelho de raios X, em dois ângulos, disponível no laboratório para radiografias em ensino e pesquisa

Figura 15 - Radiografia utilizando sensor digital CCD para pesquisa



Figura 15 - Aluna utilizando sensor e computador particulares para radiografia em pesquisa

6.3.6 Laboratório de Ortodontia

O Laboratório de Ortodontia possui seis boxes para atendimento e pesquisa, e nenhum box para obtenção de radiografias.

Figura 16 - Cadeira para atendimento clínico



Figura 16 - Professor utilizando computador particular para visualização de radiografia digital

6.4 TABULAÇÃO DAS DEMANDAS

Para a total substituição do método convencional para o método digital da Radiologia, serão necessários equipamentos especiais que são listados abaixo conforme a necessidade de cada ambiente especificado no título da tabela:

Tabela 4 - Necessidade de equipamentos para o Ambulatório de Radiologia

QUANTIDADE	EQUIPAMENTO
4	Sensores digitais diretos (tipo CCD ou CMOS) – 3 do tamanho 2, e 1 do tamanho 1
10	Sistema de Placas de Fósforo Intrabuciais
1	Sistema de Placas de Fósforo Extrabucal
2	Aparelhos de raios X Panorâmicos e Cefalométricos digitais
2	Tomógrafos de Feixe Cônico – 1 de FOV reduzido, 1 de FOV amplo

2	Computadores-servidores para armazenamento de todas as imagens radiográficas
22	Mini CPUs
22	Monitores de computador de alta resolução
2	Servidor para armazenamento das imagens radiográficas

Tabela 4 - Quantidade especificada de cada equipamento que deverá ser comprado para digitalizar o Ambulatório de Radiologia

Tabela 5 - Necessidade de equipamentos para o Centro Cirúrgico

QUANTIDADE	EQUIPAMENTO
3	Aparelho de raios X
1	Sistema de Placas de Fósforo Intrabucal
3	Mini CPU
3	Monitor de computador de alta resolução

Tabela 5 - Quantidade especificada de cada equipamento que deverá ser comprado para digitalizar o Centro Cirúrgico

Tabela 6 - Necessidade de equipamentos para o CEPID

QUANTIDADE	EQUIPAMENTO
1	Aparelho de raios X
1	Sistema de Placas de Fósforo Intrabucal
9	Mini CPUs
9	Monitores de computador de alta resolução

Tabela 6 - Quantidade especificada de cada equipamento que deverá ser comprado para digitalizar o CEPID

Tabela 7 - Necessidade de equipamentos para a Clínica de Pós-Graduação

QUANTIDADE	EQUIPAMENTO
9	Mini CPUs
9	Monitores de computador de alta resolução

Tabela 7 - Quantidade especificada de cada equipamento que deverá ser comprado para digitalizar a Clínica de Pós-Graduação

Tabela 8 - Necessidade de equipamentos para as Clínicas I e II

QUANTIDADE	EQUIPAMENTO
4	Aparelhos de raios X
4	Sistema de Placas de Fósforo Intrabucais
108	Mini CPUs
108	Monitores de computador de alta resolução

Tabela 8 - Quantidade especificada de cada equipamento que deverá ser comprado para digitalizar as Clínicas I e II

Tabela 9 - Necessidade de equipamentos para o Laboratório de Endodontia

QUANTIDADE	EQUIPAMENTO
1	Aparelho de raios X
1	Sistema de Placas de Fósforo Intrabucal
1	Mini CPU
1	Monitor de computador de alta resolução

Tabela 9 - Quantidade especificada de cada equipamento que deverá ser comprado para digitalizar o Laboratório de Endodontia

Tabela 10 - Necessidade de equipamentos para o Laboratório de Ortodontia

QUANTIDADE	EQUIPAMENTO
1	Aparelho de raios X
1	Sistema de Placas de Fósforo Intrabucal
1	Mini CPU
1	Monitor de computador de alta resolução

Tabela 10 - Quantidade especificada de cada equipamento que deverá ser comprado para digitalizar o Laboratório de Ortodontia

Tabela 11 - Necessidade de equipamentos para os Laboratórios I e II

QUANTIDADE	EQUIPAMENTO
2	Aparelhos de raios X
2	Sistema de Placas de Fósforo Intrabucais
14	Mini CPUs
14	Monitores de computador de alta resolução

Tabela 11 - Quantidade especificada de cada equipamento que deverá ser comprado para digitalizar os Laboratórios I e II

6.5 PROJETO DOS AMBIENTES PARA DIGITALIZAÇÃO

6.5.1 Ambulatório de Radiologia

No projeto de digitalização, foi proposta a colocação de um monitor e uma CPU por box de raio X, totalizando nove. Além disso, se propõe a transformação da menor sala de aula em uma sala de processamento e visualização das imagens digitais. O projeto de como ficariam os ambientes pode ser visualizado a seguir:

Figura 17 - Planta do projeto para a sala de aula pequena

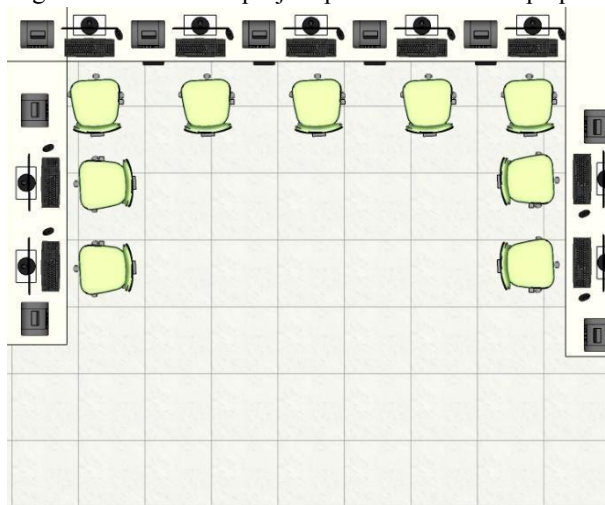


Figura 17 - Mesa em U para colocação de monitores, CPUs e scanner do sistema de PSP para processamento das imagens

Figura 18 - Visão frontal do projeto para a sala de aula pequena



Figura 18 - Todos os computadores prontos para os alunos processarem suas radiografias

Além dessas reformas, este projeto transforma a sala de raio x panorâmico e uma das salas dos técnicos em quatro ambientes para radiografias extrabucais. A proposta é que se divida as duas salas em quatro ambientes, como mostram as imagens a seguir:

Figura 19 - Planta para Salas de Radiografias Extrabucais



Figura 19 - Duas salas com aparelhos panorâmicos e cefalométricos e duas salas com tomógrafos de feixe cônico

Figura 20 - Projeto para Salas de Radiografias Extrabuciais

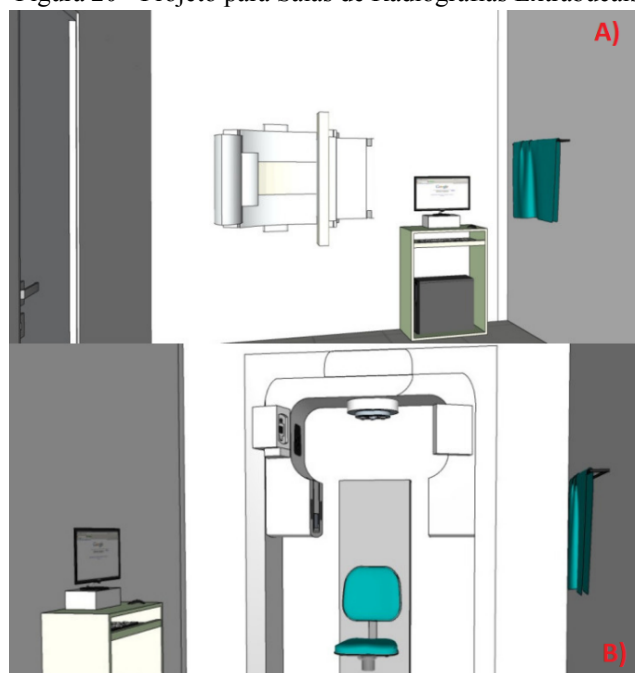


Figura 20 - A) Sala 1 com aparelho panorâmico e cefalométrico B) Sala 1 com Tomógrafo de Feixe Cônico

6.5.2 Clínicas I e II

Para as Clínicas Odontológicas, se propôs a colocação de mais um box para as tomadas radiográficas, além do já existente, devido à alta demanda de radiografias realizadas todos os dias. O projeto coloca o novo box radiográfico ao lado do box já instalado, ao fim da clínica (Fig. 21). A ideia é que se retire três boxes de atendimento no último corredor da clínica, um para a colocação do novo aparelho de raio X, e os outros dois para abrir espaço para monitores e *scanners* do sistema de PSP para processamento e visualização das imagens na sequência das tomadas radiográficas, além da discussão de casos com os professores (Fig. 21). Além disso, torna-se essencial a colocação de um monitor e uma CPU por box de atendimento para a visualização das imagens radiográficas durante o atendimento ao paciente (Fig. 22).

Figura 21 - Último corredor da clínica destinado a fins radiográficos



Figura 21 - Um box para tomadas radiográficas e sete bases para processamento e visualização das imagens

Figura 22 - Box de atendimento clínico



Figura 22 - Box de atendimento com monitor para visualização das imagens, tanto para o operador, quanto didaticamente ao paciente

6.5.3 Laboratório de Endodontia

O Laboratório de Endodontia é um local à parte do prédio ocupado aos atendimentos clínicos. Nesta área, são realizadas pesquisas que necessitam, muitas vezes, de radiografias, fazendo com que alunos e professores se desloquem ao Ambulatório de Radiologia para realizá-las. Este projeto adiciona um novo aparelho de raios X ao laboratório, assim como um *scanner* de processamento, um monitor e uma CPU para a visualização das imagens, como mostra a figura a seguir:

Figura 23 - Laboratório de Endodontia

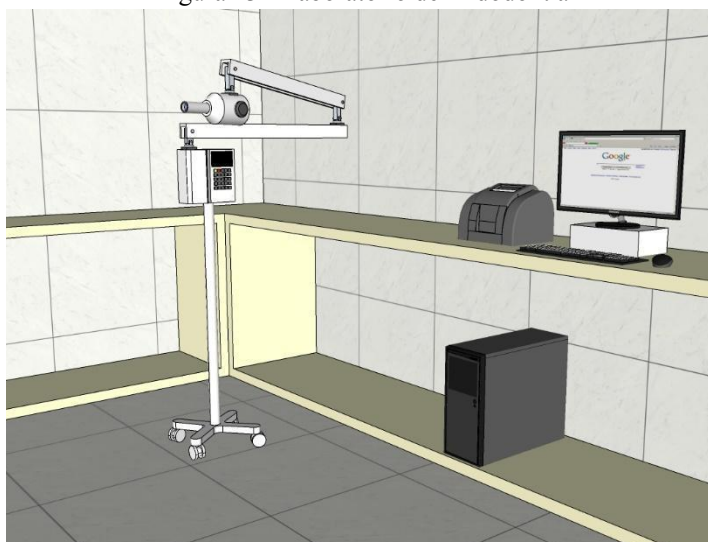


Figura 23 - Aparelho de raios X e computador disponível para realização de pesquisas

6.5.4 Laboratórios I e II

A grande área dos laboratórios possibilita a reforma para colocação de uma sala para tomadas radiográficas. O projeto adiciona, no fundo da sala, um equipamento de raios X, um sistema de PSP, dois monitores e duas CPUs devido à alta demanda de radiografias realizadas, principalmente, nas aulas de Endodontia. Além disso, pensando em otimizar as aulas e aprendizado dos alunos, o projeto também adiciona um monitor e uma CPU por mesa do laboratório, para facilitar explicações de professores, e para que os alunos possam visualizar suas radiografias durante um procedimento quando se fizer necessário.

Figura 24 – Equipamento de Raios X ao final do Laboratório

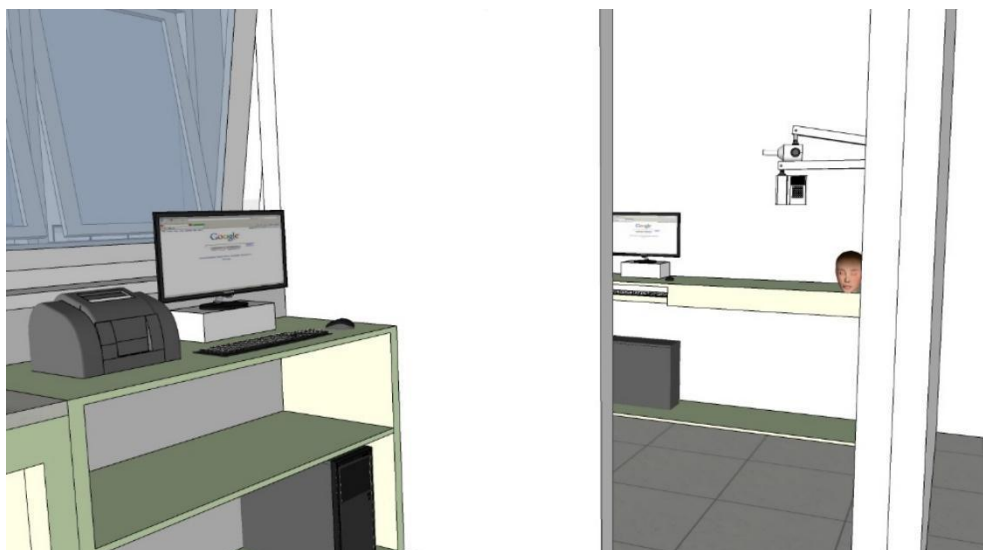


Figura 24 - Monitor em sala de raios X e monitor para área externa

Figura 25 - Visão ampliada do Laboratório

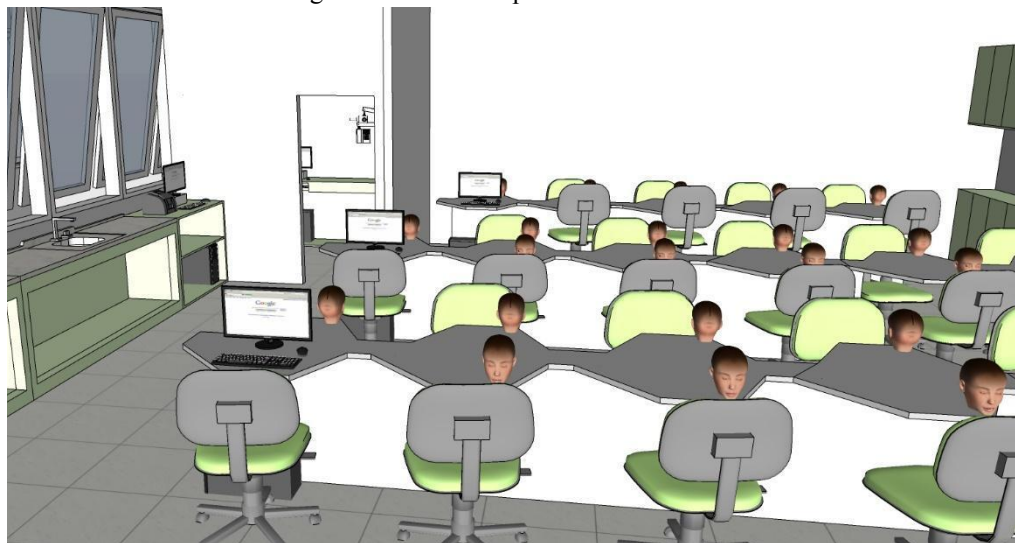


Figura 25 - Monitores em todas as mesas de procedimento

6.5.5 Ambientes não apresentados no projeto arquitetônico

O Centro Cirúrgico, o CEPID, a Clínica de Pós-Graduação e o Laboratório de Ortodontia não apareceram nas imagens projetadas pela proximidade com a Figura 22 já apresentada. Desses ambientes, apenas a Clínica de Pós-Graduação não conta com um aparelho de raios X, entretanto, todos os outros seguem a mesma lógica: um aparelho de raios X em um sítio específico, monitor, CPU e *scanner* no box de atendimento (Fig. 22).

7 DISCUSSÃO

O Brasil é o país com maior quantidade de faculdades de Odontologia e, conseqüentemente, mais cirurgiões-dentistas do mundo, a maioria destes, operando com auxílio de diagnóstico por imagem, o que resulta em alta concentração de aparelhos radiográficos funcionais em todo o território nacional. Nesse contexto, o projeto encaminhado, em 2013, por Watanabe e seus colaboradores (WATANABE, 2013) teve como enfoque a digitalização da Radiologia na USP relacionado ao impacto ambiental conseqüente à prática da radiologia convencional. Da mesma forma, o trabalho desenvolvido pelos alunos de graduação em Odontologia da UFSC, em 2022, para a Semana do Meio Ambiente teve o mesmo objetivo. Ambos trazem à tona a sustentabilidade em relação ao fim dos resíduos líquidos e sólidos resultantes do processamento radiográfico convencional. Além disso, os dois projetos apresentam a radiografia digital como opção mais consciente e tecnológica para a Odontologia.

Na mesma vertente sustentável, uma tese elaborada na USP infere sobre a alta concentração de efluentes de prata conseqüente da prática da radiologia convencional. Entre os elementos provenientes desse processamento, estão hidroquinona e glutaral. Estes dois elementos são tóxicos à saúde humana e estão ligados a estudos de leucemia mieloide, bronquite crônica e propriedades mutagênicas. Por esta razão, torna-se tão importante a fiscalização e o gerenciamento desses resíduos, bem como e ainda mais, o incentivo à transição analógica-digital na prática da Radiologia Odontológica. Este recurso não gera efluentes radiográficos, diminuindo riscos ambientais e à saúde humana (GRIGOLETTO et al., 2011).

Já em relação à utilidade da radiografia digital, uma revisão de literatura realizada em 2011 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (DE SOUZA, 2011) sobre os receptores de imagem digital indiretos para Odontologia observou que, em relação à dose de exposição ao paciente, os sensores de estado sólido (CCD/CMOS) são mais favoráveis; entretanto, as PSP possuem maior flexibilidade e área ativa, além de maior conforto ao paciente se comparados ao CCD/CMOS, por não possuírem um cabo de ligação. Não se omite suas desvantagens como a necessidade da fase de escaneamento e das possíveis ranhuras que decorrem com o tempo de uso da placa e que se refletem na imagem obtida. Torna-se digno de nota que a escolha do sistema utilizado, além de ter um custo-benefício condizentes com as

possibilidades de uma universidade federal, deve ser feita com base no conhecimento da técnica e seus equipamentos, bem como das necessidades apresentadas pelos pacientes.

Amaral e colaboradores (2020) reconhecem que o sistema convencional continua sendo muito utilizado, apesar de todas as vantagens apontadas para a radiografia digital. Isso vai ao encontro da conclusão de Watanabe e Arita (2012), quando relacionaram o alto custo da digitalização à não aderência dessa prática, apesar de defenderem a implementação do sistema com o argumento da formação de um cirurgião-dentista generalista. Assim como tem acontecido na USP, a UniEvangélica (AMARAL et al., 2020) concorda que a transição/substituição dos sistemas tem sido lenta e gradual. Além disso, cita a recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS), de 2019, sobre a necessidade de intervenções digitais para o fortalecimento do sistema de saúde (OMS 2019). Ainda em defesa da digitalização da Radiologia, Candeiro e colaboradores (2009) listaram doze vantagens do uso dessa técnica, entre elas, diversas já mencionadas no presente trabalho, tais como: ausência de processamento químico, redução da dose de exposição, diminuição do tempo de atendimento, elimina o custo de filmes e soluções de processamento, melhor interpretação das imagens, capacidade de ajustes nas imagens e possibilidade de exibir as imagens ao paciente.

Em seu livro “Imaginologia e Radiologia Odontológica”, Watanabe & Arita (2012) ainda comentam sobre como a falta de uma prática real com a radiografia digital nas faculdades de Odontologia no Brasil diverge dos princípios dos Planos Políticos Pedagógicos existentes nos cursos de graduação. Os referidos planos se comprometem em formar cirurgiões-dentistas generalistas com sólidas formações técnico-científicas. É fundamental que, em tempos de altas performances tecnológicas e digitais no mercado e pesquisas científicas atuais, os profissionais tenham em seus currículos, como parte obrigatória, o conhecimento prático e a possibilidade de manusear equipamentos que, em teoria, aprendem em suas disciplinas – principalmente, em um curso de natureza teórico-prática. As ideias apresentadas por Watanabe & Arita vão ao encontro dos principais objetivos do presente trabalho: tornar os estudantes (futuros profissionais) confiantes (mais que isso: formados/ensinados com tecnologias mais modernas) em suas rotinas de atendimento nos consultórios odontológicos.

No entanto, apesar de terem em seus Planos de Ensino o embasamento teórico do funcionamento da radiologia digital, os estudantes de Odontologia da UFSC não possuem ligação prática com este conteúdo. Suas práticas, em contrapartida, estão atreladas somente à

radiologia convencional, e em muitos momentos, ainda, deixando a desejar em cuidado e em qualidade. Na disciplina de Radiologia, os aprendizados e as condutas são de qualidade e zelo com o filme e com o processamento radiográfico, enquanto, nas clínicas o contrário também pode ser observado. Embora os aparatos encontrados nas clínicas para revelação e fixação das imagens busquem o ideal, como, por exemplo, um ambiente completamente escuro como a câmara escura, isso não é possível. O ideal seria, então, que os alunos descessem ao Ambulatório de Radiologia para processar as radiografias, mas seria um processo muito lento e negligente, uma vez que o paciente esteja deitado na cadeira aguardando atendimento. Além disso, muitas vezes, o paciente está com dispositivos, como lençol de borracha, adaptados em sua cavidade bucal, tornando-se extremamente indelicado e até com desvio em biossegurança, se o fizer descer ao andar térreo, onde se localiza o Ambulatório de Radiologia, para a realização e o processamento de radiografias.

Em razão de todos os motivos já citados acima, este trabalho adiciona equipamentos de raios x e sensores de imagens em todos os ambientes que necessitam de imagens diagnósticas no curso de Odontologia. Pode-se também inferir e justificar a escolha dos equipamentos devido ao método de uso e aceitação dos pacientes. Como, por exemplo, no Ambulatório de Radiologia que se colocaram disponíveis para uso CCDs e PSPs para um ensino completo aos alunos, enquanto, nas clínicas, apenas sistemas de PSP. A Placa de Fósforo Foto-Estimulável, por mais que necessite de um passo intermediário no processamento, é um sistema mais confortável ao paciente e a técnica radiográfica mais semelhante à radiografia convencional, favorecendo sua escolha para este trabalho. Enquanto, os Dispositivos de Carga Acoplada, apesar de terem custo reduzido e visualização imediata da imagem, a sua utilização, geralmente, é desconfortável ao paciente (IKUTA; SALZEDAS, 2018).

A Faculdade de Odontologia de Araçatuba (FOA) publicou um resumo no Congresso de Administração da FOA, em 2015, sobre a necessidade de substituição da radiografia convencional pela radiografia digital. O levantamento acusou um gasto de 12.375,00 reais para 24.750 filmes radiográficos utilizados, além de 19,8 Kg de chumbo, com custo de R\$7,72/Kg para descarte. Ainda, justifica a transição analógica-digital pelas vantagens de não ser necessário o uso de filmes radiográficos, não contaminar o meio ambiente, ótimo custo-benefício, e formar cirurgiões-dentistas capazes de atuar em setores públicos e privados, com vivências clínicas e teóricas da Radiologia Odontológica atual (DEZAN-JUNIOR, et al.

2015). Outro ponto abordado nesta nota da FOA, mas não incrementado no presente projeto da UFSC, foi o desenvolvimento de um prontuário digital dos pacientes. Deixa-se em aberto, então, este tópico, de suma importância e diretamente ligado à prática digital, como incentivo a futuros projetos para implementação nas clínicas da UFSC.

8 CONCLUSÃO

Reconhece-se que a digitalização da Radiologia de todo o Curso de Odontologia da UFSC é um processo custoso, tanto burocraticamente, quanto financeiramente. Entretanto, tudo que dele há de se beneficiar – atendimentos otimizados, inovação e projetos – deve ser visto com muito zelo. A disciplina de Radiologia é parte imprescindível para o currículo de um cirurgião-dentista, uma vez que, na ausência de um diagnóstico de qualidade, o prognóstico do tratamento pode não ser favorável. Além disso, entende-se que a radiologia convencional não deixa a desejar na capacidade diagnóstica, mas a falta de tecnologias condizentes com o mercado de trabalho e com o desenvolvimento científico atuais atrasam projetos de pesquisa e extensão que poderiam estar sendo desenvolvidos por discentes e docentes do curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, além da otimização dos atendimentos clínicos e em disciplinas laboratoriais.

REFERÊNCIAS

AKTAN, A. M.; ÇİFTÇİ, M. E.; AKGÜNLÜ, F. Comparison of the delay in processing time and protective plastic cases in two phosphor plate systems. **The Scientific World Journal**, v. 2012, 2012.

ALVARES, L. C.; TAVANO, O. **Curso de radiologia em odontologia**. 4. ed. São Paulo: Livraria Santos, 200.

ALVES DOS SANTOS QUEIROGA, M. et al. Avaliação dos erros radiográficos cometidos por graduandos de odontologia em técnicas radiográficas intrabucais Evaluation of radiographic errors performed by dental students in intraoral radiographic techniques. **Arquivos em Odontologia**, v. 46, p. 2, 2010.

AMARAL, D. et al. Impacto ambiental sustentável com a implementação do protocolo do fluxo digital na redução dos resíduos na clínica odontológica. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 29, n. 88, p. 56-59, 2020.

AUSTIN, M. J. Introduction. **Journal of Evidence-Based Social Work**, v. 9, n. 1–2, p. 1–2, 2012.

AZIMAN, C.; HELLÉN-HALME, K.; SHI, X. Q. A comparative study on image quality of two digital intraoral sensors. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 48, n. 7, 2019.

BOLNER, R. **Contextualização histórica da radiologia odontológica**. Porto Alegre, 2011. Monografia (Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Rio Grande do Sul.

CALISKAN, A.; SUMER, A. P. Definition, classification and retrospective analysis of photostimulable phosphor image artefacts and errors in intraoral dental radiography. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 46, n. 3, 2017.

CAMPOS AMARAL, D. et al. Impacto ambiental sustentável com a implantação do protocolo do fluxo digital na redução dos resíduos na Clínica Odontológica. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 29, n. 88, p. 56–59, 2020.

CANDEIRO, G.; BRINGEL, A.; VALE, I. Radiologia Digital: Revisão da Literatura. **Revista Odontológica de Araçatuba**, v. 30, n. 2, p. 38–44, 2009.

CAVALCANTI, Marcelo Gusmão Paraiso. **Tomografia computadorizada por feixe cônico: princípios de formação de imagem, técnicas e indicações em Odontologia**. Tomografia computadorizada por feixe cônico: interpretação e diagnóstico para o cirurgião-dentista. São Paulo: Santos, 2014.

DANNEWITZ, B. et al. Effect of dose reduction in digital dental panoramic radiography on image quality. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 31, n. 1, p. 50–55, 2002.

DE SOUZA, Eduardo Casarotto. **Radiologia Digital na Clínica Odontológica**. Porto Alegre, 2011. Monografia (Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Rio Grande do Sul.

DENIZ, Y.; KAYA, S. Determination and classification of intraoral phosphor storage plate artifacts and errors. **Imaging Science in Dentistry**, v. 49, n. 3, p. 219–228, 2019.

DEZAN-JUNIOR, E. et al. Oral 06: Substituição da radiografia convencional por radiografia digital na Faculdade de Odontologia de Araçatuba FOA. Eliminação de filmes e soluções químicas do processamento radiográfico. Fase 2: radiografias periapicais. **Archives Of Health Investigation**, v. 4, n. 1, p. 18-19, 2015

DIWAKAR, N. R.; KAMAKSHI, S. S. Recent advancements in dental digital radiography. **Journal of Medicine, Radiology, Pathology and Surgery**, v. 1, p. 11–16, 2015.

ESKANDARLOO, A. et al. Evaluation of the Effect of Light and Scanning Time Delay on The Image Quality of Intra Oral Photostimulable Phosphor Plates. **The Open**

Dentistry Journal, v. 11, n. 1, p. 690–700, 2018.

FARRIER, S. L. et al. A comparative study of image quality and radiation exposure for dental radiographs produced using a charge-coupled device and a phosphor plate system. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 10, p. 900–907, 2009.

GARIB, D. G. et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 12, n. 2, p. 139–156, 2007.

GIJBELS, F. et al. Radiation doses of indirect and direct digital cephalometric radiography. **British Dental Journal**, v. 197, n. 3, p. 149–152, 2004.

GRIGOLETTO, J. et al. Silver Discharged in Effluents from Image-Processing Services: a Risk to Human and Environmental Health. **Biological Trace Element Research**, v. 144, p. 316-26, 2011.

IKUTA, C. R. S.; SALZEDAS, L. M.P. A comparison between two digital systems of intraoral radiographs. **Archives of Health Investigation**, v. 7, n. 6, p. 213-216, 2018.

JAIN, S. et al. New evolution of cone-beam computed tomography in dentistry: Combining digital echnologies. **Imaging Science in Dentistry**, v. 49, n. 3, p. 179–190, 2019.

KAU, C. H. et al. Current Products and Practice Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. **Journal of Orthodontics**, v. 32, n. 4, p. 282–293, 2005.

KRZYŻOSTANIAK, J. et al. A comparative study of the diagnostic accuracy of cone beam computed tomography and intraoral radiographic modalities for the detection of noncavitated caries. **Clinical Oral Investigations**, v. 19, n. 3, p. 667–672, 2015.

LANGLAND, O.; LANGLAIS, R. **Principles of dental imaging**. USA: Willians & Willians, 1997.

MELO, D. P. et al. Effect of alternative photostimulable phosphor plates erasing times on subjective digital image quality. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 39, n. 1, p. 23–27, 2010.

MOUYEN, F. et al. Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v. 68, n. 2, p. 238–242, 1989.

MOZZO, P. et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: Preliminary results. **European Radiology**, v. 8, n. 9, p. 1558–1564, 1998.

Organização Mundial de Saúde. Diretriz da OMS: Recomendações sobre intervenções digitais para o fortalecimento do sistema de saúde. Genebra: OMS; 2019.

PASLER, F. A. **Radiologia Odontológica**. Rio de Janeiro: Médica e Científica Ltda., 1999.

PATEL, S. et al. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 10, p. 818–830, 2007.

QUEIROZ, P. M. et al. Characteristics of radiographic images acquired with CdTe, CCD and CMOS detectors in skull radiography. **Imaging Science in Dentistry**, v. 50, n. 4, p. 339, 2020.

ROSA, JE. et al. **Odontologia Catarinense: evolução, ensino e movimento associativo**. Florianópolis: Ed. da UFSC; [S.I]:Lunardelli, 1982. 333p.

SAKHDARI, S. et al. Diagnostic Accuracy of Charge-coupled Device Sensor and Photostimulable Phosphor Plate Receptor in the Detection of External Root Resorption In Vitro. **Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects**, v. 9, n. 1, p. 18–22,

2015.

SANTANA, N. C. M. et al. Radiologia odontológica digital e seus benefícios para o curso de graduação em Odontologia. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e56911326837, 2022.

SCHAETZING, R. Computed radiography technology. In: Advances in digital radiography. RSNA categorical course in diagnostic radiology physics. Chicago, p. 7-22. 2003

VANDENBERGHE, B. The digital patient – Imaging science in dentistry. **Journal of Dentistry**, v. 74, p. S21–S26, 1 jul. 2018.

VENKATESH, E.; ELLURU, S. V. CBCT: Basics and Applications in Dentistry. **J Istanbul Univ Fac Dent**, v. 51, p. 102–121, 2017.

WATANABE, P. C. A. Implementação Da Radiologia Odontologica Digital. p. 7 p, 2013.

WATANABE, Plauto Christopher Aranha; ARITA, Emiko Saito. **Imunologia e radiologia odontológica**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WENZEL, A.; MØYSTAD, A. Work flow with digital intraoral radiography: A systematic review. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 68, n. 2, p. 106–114, 2010.

ZHANG, W. et al. Comparison of Efficiency and Image Quality of Photostimulable Phosphor Plate and Charge-Coupled Device Receptors in Dental Radiography. **Journal of Dental Education**, v. 83, n. 10, p. 1205–1212, 2019.

WHAITES, Eric. Essentials of dental radiography and radiology. New York, 4a edição, Edinburgh, 2007

WHITE, Stuart C.; PHAROAH, Michael J. **Radiologia oral: fundamentos e interpretação**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

ANEXO 1 - Ata de Apresentação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ODONTOLOGIA

ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 16 dias do mês de maio de 2023, às 10:00 horas, em sessão pública no (a) Auditório da Radiologia do CCS desta Universidade, na presença da Banca Examinadora presidida pelo **Prof. Murillo José Nunes de Abreu Junior** e pelos examinadores **Profa. Juliana Ribeiro** e **Profa. Leticia Ruhland**, a aluna **LUIZA GOMES LABES** apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação intitulado "PROPOSTA PARA DIGITALIZAÇÃO DA RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA" como requisito curricular indispensável à aprovação na Disciplina de Defesa do TCC e a integralização do Curso de Graduação em Odontologia. A Banca Examinadora, após reunião em sessão reservada, deliberou e decidiu pela APROVAÇÃO do referido Trabalho de Conclusão do Curso, divulgando o resultado formalmente ao aluno e aos demais presentes, e eu, na qualidade de presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais componentes da Banca Examinadora e pelo aluno orientandô.

Prof. Murillo José Nunes de Abreu Junior

Profa. Juliana Ribeiro

Profa. Leticia Ruhland

Luiza Gomes Labes