



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**

**CAMPUS I**

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE**

**EMERSON ARGOLO REALE**

**AVALIAÇÃO DE VISUALIZADORES DE PACS EM UM CENTRO DE  
DIAGNÓSTICO POR IMAGEM**

**CAMPINA GRANDE-PB  
2021**

**EMERSON ARGOLO REALE**

**AVALIAÇÃO DE VISUALIZADORES DE PACS EM UM CENTRO DE  
DIAGNÓSTICO POR IMAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde.

**Área de concentração:** Avaliação de Sistemas de Informação em Medicina.

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva Barbosa

**CAMPINA GRANDE-PB  
2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

R288a Reale, Emerson Argolo.  
Avaliação de visualizadores de PACS em um centro de diagnóstico por imagem [manuscrito] / Emerson Argolo Reale. - 2021.  
83 p. : il. colorido.  
  
Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2021.  
"Orientação : Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva Barbosa, Departamento de Computação - CCT."  
1. Radiologia. 2. Sistemas de informação. 3. Interface usuário-computador. I. Título  
  
21. ed. CDD 616.0757

**EMERSON ARGOLO REALE**

**AVALIAÇÃO DE VISUALIZADORES DE PACS EM UM CENTRO DE  
DIAGNÓSTICO POR IMAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde.

**Área de concentração:** Avaliação de Sistemas de Informação em Medicina.

Aprovada em: 16/06/2021

**BANCA EXAMINADORA**



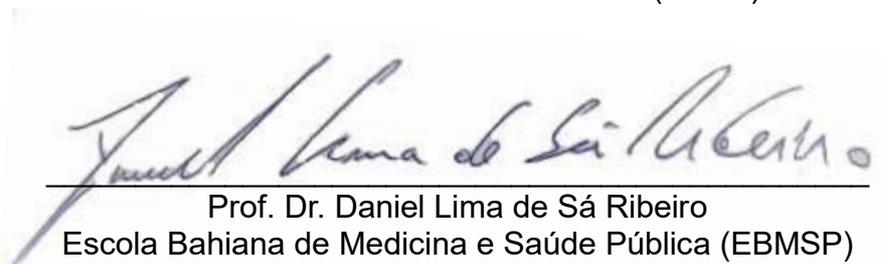
---

Prof. Dr. Paulo Eduardo e Silva Barbosa  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Profa. Dra. Kézia de Vasconcelos Oliveira  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Dr. Daniel Lima de Sá Ribeiro  
Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP)

A meus pais, pelo apoio de toda uma vida e especialmente a “Seu” Jaime por sempre priorizar o conhecimento e a educação dos filhos. A minha esposa, Héliida, companheira de todas as horas nesta caminhada. Aos meus filhos, Pedro e João, meus tesouros maiores neste mundo.

DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Eduardo, pois apesar da distância física conseguiu me dar os direcionamentos adequados para a execução do projeto.

Aos professores do Mestrado em Ciência e Tecnologia em Saúde do NUTES – UEPB pela disposição de trazer sua experiência até nós.

À nossa instituição, o Centro Universitário São Francisco de Barreiras – UNIFASB, por viabilizar o mestrado e nos dar todo o suporte, em todas as etapas desta caminhada.

Ao professor Nailton Jatobá, coordenador do Curso de Medicina do UNIFASB, pela atitude sempre amiga e incentivadora.

Aos colegas do mestrado pelo companheirismo em todos os momentos em que estivemos juntos.

Ao amigo Marcelo de Paula, pela ajuda essencial na análise dos dados.

Às bandas Leaves' Eyes, Nightwish, Visions of Atlantis, Xandria, pela trilha sonora na reta final da escrita desta dissertação.

“Nada é suficiente para quem julgar o suficiente  
demasiadamente pouco.”  
Epicuro de Samos

## RESUMO

**Introdução:** Atualmente o PACS (do inglês, Picture Archiving and Communication System) é amplamente utilizado nos serviços de diagnóstico por imagem. Seu uso tem trazido muitas vantagens, entretanto, ainda há algumas dificuldades relacionadas à transmissão, arquivamento, recuperação das imagens, assim como alguns problemas na operação dos visualizadores nas estações de trabalho pelo médico radiologista. **Objetivo:** Elaborar uma metodologia de avaliação de visualizadores de PACS para detectar possíveis falhas no seu funcionamento e verificar a correlação com o tempo de interpretação dos exames e com o grau de satisfação do usuário. **Metodologia:** Esta pesquisa consistiu na avaliação detalhada de quatro visualizadores de PACS num centro de diagnóstico por imagem. Foi estabelecido um método para avaliação dos visualizadores dos PACS com 3 instrumentos de coleta de dados. Primeiramente uma ficha de avaliação com dados dos usuários, os médicos radiologistas. Em seguida foi montado um cenário de avaliação, simulando a situação real do médico radiologista na interpretação de exames de imagem para confecção do laudo. Após a conclusão deste cenário, foi utilizado um questionário de satisfação com diversos itens para serem respondidos pelo radiologista, referentes à experiência com os visualizadores. **Resultados:** Os visualizadores de PACS foram utilizados por 5 usuários, médicos radiologistas, do centro de diagnóstico. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença estatística significativa nos tempos dispendidos na interpretação dos exames nos visualizadores avaliados. Observou-se um bom nível de satisfação geral na experiência com os PACS, embora com nível menor em algumas ferramentas avaliadas. Correlação forte e negativa foi constatada entre a idade dos usuários, o tempo de graduação, o tempo de trabalho como radiologista e o grau de satisfação com os visualizadores de PACS. **Conclusão:** A metodologia proposta para avaliação dos visualizadores conseguiu levantar as falhas durante o seu uso e possibilitou estabelecer correlações entre estas, o tempo de interpretação dos exames e a satisfação dos usuários.

**Palavras-chave:** Sistemas de Informação em Radiologia. PACS. Interface Usuário-Computador. Avaliação de Sistemas Computacionais.

## ABSTRACT

**Introduction:** Currently, PACS (Picture Archiving and Communication System) is widely used in diagnostic imaging services. Its use has brought many advantages, however, there are still some difficulties related to the transmission, archiving, retrieval of images, as well as some problems in the operation of viewers at workstations by the radiologist. **Objective:** To develop a methodology for evaluating PACS viewers to detect possible failures in their functioning and verify the correlation with the time taken to interpret the exams and with the degree of user satisfaction. **Methods:** This research consisted of a detailed evaluation of four PACS viewers in a diagnostic imaging center. A method for evaluating PACS viewers with 3 data collection instruments was established. First, an evaluation form with data from users, radiologists. Then, an evaluation scenario was set up, simulating the real situation of the radiologist in the interpretation of imaging tests to prepare the report. After the conclusion of this scenario, a satisfaction questionnaire was used with several items to be answered by the radiologist, referring to the experience with the viewers. **Results:** The PACS viewers were used by 5 users, radiologists, from the diagnostic center. The results obtained showed that there was no statistically significant difference in the time spent interpreting the exams in the evaluated viewers. There was a good level of general satisfaction in the experience with the PACS, although with a lower level in some evaluated tools. Strong and negative correlation was found between the users' age, graduation time, time working as a radiologist, and the degree of satisfaction with PACS viewers. **Conclusion:** The proposed methodology for evaluating the viewers was able to identify the failures during its use and made it possible to establish correlations between them, the interpretation time of the exams and the users' satisfaction.

**Keywords:** Radiology Information Systems. PACS. User-Computer Interface. Computer Systems Evaluation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - CDI Barreiras.....	28
FIGURA 2 - Estação de trabalho.....	32
FIGURA 3 - Tempo médio despendido (em segundos) para a interpretação dos exames considerando cada PACS individualmente.....	40
FIGURA 4 - Tempo médio despendido (em segundos) para a interpretação dos exames considerando todos os PACS conjuntamente. ....	40
FIGURA 5 - Tempo total médio despendido (em segundos) para a interpretação dos exames considerando todos os exames conjuntamente em cada PACS. ....	42
FIGURA 6 - Tempo médio despendido (em segundos) para a interpretação dos exames considerando todos os exames conjuntamente em cada PACS. ....	44
FIGURA 7 - Tempo total médio despendido (em segundos) de acordo com cada usuário e considerando cada PACS.....	46
FIGURA 8 - Nota média geral do grau de satisfação dos usuários com as ferramentas dos visualizadores (considerando os quatro PACS conjuntamente). ....	48
FIGURA 9 - Nota média do grau de satisfação dos usuários com as ferramentas dos visualizadores (considerando os quatro PACS individualmente).....	49
FIGURA 10 - Nota média geral do grau de satisfação atribuídas pelos usuários considerando todas as ferramentas dos visualizadores conjuntamente, categorizadas por usuário. ....	51
FIGURA 11 - Nota média geral do grau de satisfação atribuídas pelos usuários considerando todas as ferramentas conjuntamente, para cada visualizador, categorizadas por usuário. ....	53

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Caracterização dos cinco usuários participantes da pesquisa. ....	37
TABELA 2 - Medidas descritivas do tempo despendido para a interpretação dos exames (em segundos) e do tempo total de realização considerando cada PACS.....	39
TABELA 3 - Diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico T-student para comparação entre os exames quanto aos tempos médios de interpretação dos exames. ....	41
TABELA 4 - Diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico T-student para comparação entre os visualizadores quanto aos tempos de interpretação dos exames, considerando todos os exames conjuntamente. ....	43
TABELA 5 - Diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico T-student para comparação entre os visualizadores quanto aos tempos médios de interpretação dos exames conjuntamente. ....	44
TABELA 6 - Medidas descritivas do tempo despendido para a interpretação dos exames (em segundos) de acordo com cada usuário e considerando cada PACS. ....	45
TABELA 7 - Medidas descritivas do grau de satisfação atribuídas pelos usuários às ferramentas dos visualizadores.....	47
TABELA 8 - Medidas descritivas do grau de satisfação atribuídas pelos usuários considerando todas as ferramentas dos visualizadores conjuntamente, categorizadas por usuário. ....	50
TABELA 9 - Diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico T-student para comparação do grau de satisfação com as ferramentas, entre os usuários, considerando todos os visualizadores conjuntamente.....	52
TABELA 10 - Matriz de correlação entre os tempos para interpretação dos exames. ....	54
TABELA 11 - Correlação entre o tempo para interpretação dos exames e as demais variáveis da pesquisa. ....	55
TABELA 12 - Matriz de correlação entre as ferramentas*. ....	56
TABELA 13 - Correlação entre a satisfação geral com os visualizadores e as demais variáveis da pesquisa. ....	57

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Delineamento amostral da pesquisa. ....	33
QUADRO 2 - Classificação (Standard) do coeficiente de correlação linear de Pearson. ....	35
QUADRO 3 - Legenda dos exames adotados nesta pesquisa. ....	38
QUADRO 4 - Legenda das ferramentas dos visualizadores. ....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACR – American College of Radiology (Colégio Americano de Radiologia)

CDI – Centro de Diagnóstico por Imagem

CPU – Central Process Unit (Unidade de Processamento Central)

CR – Computed Radiography (Radiografia Computadorizada)

DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine (Comunicação e Imagens Digitais em Medicina)

DORT – Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho

DR – Digital Radiography (Radiografia Digital)

FDA – Food and Drug Administration (Administração de Alimentos e Medicamentos)

GUI – Graphical User Interface (Interface Gráfica do Usuário)

HIS – Hospital Information System (Sistema de Informação Hospitalar)

LAN – Local Area Network (Rede Local)

LER – Lesões por Esforços Repetitivos

MIP – Maximum Intensity Projection (Reconstrução por Projeção de Intensidade Máxima)

MPR – Multiplanar Reconstruction (Reconstrução Multiplanar)

NEMA – National Electrical Manufacturers Association (Associação Nacional de Fabricantes de Equipamentos Elétricos dos Estados Unidos da América)

NUTES – Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde

PACS – Picture Archiving and Communication System (Sistema de Comunicação e Arquivamento de Imagem)

RAID – Redundant Array of Independent Disc (Conjunto Redundante de Discos Independentes)

RAM – Random Access Memory (Memória de Acesso Aleatório)

RIS – Radiology Information System (Sistema de Informação em Radiologia)

RM – Ressonância Magnética

RSNA – Radiology Society of North America (Sociedade de Radiologia da América do Norte)

T – Tesla

TC – Tomografia Computadorizada

WAN – Wide Area Network (Rede de Longa Distância)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Breve história da radiologia: da ampola de CROOKES AO PACS</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1.1</b>	<i>O início</i> .....	<b>16</b>
<b>3.1.2</b>	<i>A radiografia</i> .....	<b>17</b>
<b>3.1.3</b>	<i>Mamografia</i> .....	<b>18</b>
<b>3.1.4</b>	<i>Tomografia computadorizada</i> .....	<b>19</b>
<b>3.1.5</b>	<i>Ressonância Magnética</i> .....	<b>20</b>
<b>3.1.6</b>	<i>A Linguagem DICOM</i> .....	<b>22</b>
<b>3.1.7</b>	<i>O PACS</i> .....	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Componentes do PACS</b> .....	<b>23</b>
<b>3.3</b>	<b>Desafios do PACS</b> .....	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Tipo De estudo</b> .....	<b>28</b>
<b>4.2</b>	<b>Local De Pesquisa</b> .....	<b>28</b>
<b>4.3</b>	<b>População e amostra</b> .....	<b>29</b>
<b>4.4</b>	<b>Critérios de seleção</b> .....	<b>29</b>
<b>4.5</b>	<b>Descrição dos usuários</b> .....	<b>30</b>
<b>4.6</b>	<b>Descrição dos PACS</b> .....	<b>30</b>
<b>4.7</b>	<b>Descrição dos exames</b> .....	<b>30</b>
<b>4.8</b>	<b>Instrumentos da coleta de dados</b> .....	<b>31</b>
<b>4.9</b>	<b>Descrição da coleta de dados</b> .....	<b>31</b>
<b>4.10</b>	<b>Descrição da análise dos dados</b> .....	<b>33</b>
<b>4.11</b>	<b>Da análise estatística</b> .....	<b>34</b>
<b>4.12</b>	<b>Aspectos éticos</b> .....	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>66</b>
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>69</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Até meados da década de 1980 cada equipamento de imagem médica era um sistema isolado, conectado apenas a um monitor e uma impressora de filmes radiológicos. No final desta década, protocolos de aquisição digital dos exames começaram a ser usados em grandes hospitais e os sistemas de informação para gerenciamento de dados e imagens médicas surgiram (AZEVEDO-MARQUES, 2004).

Neste contexto houve o surgimento dos sistemas de informação em radiologia, como o PACS (do inglês, *Picture Archiving and Communication System*) e o RIS (*Radiology Information System*), utilizando a linguagem DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), padrão de comunicação principal atualmente, formando a base para a configuração de um serviço sem necessidade do filme radiológico e com integração entre os equipamentos de aquisição de imagens e as estações de trabalho, onde o médico radiologista pode interpretar o exame e emitir o laudo (ALHAJERI 2019).

A radiologia digital usa uma rede de alta largura de banda que transporta imagens digitais entre sistemas eletrônicos que adquirem, arquivam, comunicam e exibem essas imagens. O objetivo da implantação destes sistemas é proporcionar melhorias como maior acessibilidade, integração de imagens e laudos, aplicação de novas técnicas para o desenvolvimento de novos protocolos de aquisição e novos métodos de processamento e exibição de imagens (AZEVEDO-MARQUES, 2004).

Atualmente o PACS é uma realidade na maioria dos serviços de diagnóstico por imagem. Seu uso tem trazido muitas vantagens tais como arquivamento dos exames dos pacientes em formato digital, com possibilidade de acesso fácil das imagens em qualquer setor da instituição; recuperação de exames anteriores para comparação temporal; transmissão de imagens externamente para outros serviços ou usuários; redução ou eliminação do uso de filmes radiológicos; otimização do fluxo de trabalho, entre outras (SAMEI, 2004).

No entanto, apesar dos múltiplos benefícios, o PACS ainda tem muitos problemas, como dificuldades na integração de várias unidades dentro de uma mesma instituição e entre hospitais diferentes, integração com outros sistemas hospitalares, capacidade de armazenamento limitada, problemas de acesso (acesso múltiplo e remoto), soluções para backup e recuperação; problemas na migração de dados. Além disso, há desafios em melhorar o fluxo de trabalho, a produtividade e a eficiência do trabalho do médico radiologista, exigindo melhorias na funcionalidade do PACS e desenvolvimento de novas ferramentas que facilitem o trabalho do usuário (ALHAJERI 2019).

Considerando-se que a maior parte do trabalho do médico radiologista se dá em frente a uma estação de trabalho, utilizando o PACS (GOODARZI, 2016), qualquer problema em quaisquer dos componentes, seja hardware, rede, software, etc., poderá influenciar o rendimento do trabalho do médico radiologista.

Na construção do laudo radiológico – o produto final do processo de interpretação das imagens – um dos componentes do PACS que tem mais importância é o visualizador das imagens. Os visualizadores, apesar de terem um desenho básico parecido, diferem em itens como: design da tela, facilidade de operação, adaptabilidade (customização), confiabilidade, etc. No cotidiano do médico radiologista ainda se perde muito tempo na interação com os visualizadores, seja com a quantidade excessiva de cliques no mouse, com a troca das imagens, que nem sempre é rápida o suficiente, com ferramentas de medidas, reconstrução multiplanar, etc. Postula-se que problemas encontrados nos visualizadores de imagens tem correlação com o desempenho do médico radiologista na interpretação dos exames radiológicos e com o grau de satisfação durante o seu uso.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Elaborar uma metodologia de avaliação de visualizadores de PACS para embasar o aumento da produtividade do médico radiologista.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Definir os itens a serem avaliados, considerando-se aqueles mais utilizados na interpretação dos exames radiológicos.
- Identificar as principais falhas associadas ao funcionamento dos visualizadores de PACS e qual a contribuição delas no tempo de interpretação dos exames radiológicos.
- Verificar e mensurar a correlação entre os eventuais problemas encontrados no PACS e o nível de satisfação do médico radiologista ao utilizar os visualizadores.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Breve história da radiologia: da ampola de CROOKES AO PACS

##### 3.1.1 O início

No século XIX o estudo de descargas elétricas em gases rarefeitos entusiasmou muitos cientistas. Em 1838, Michael Faraday já utilizava estas descargas em gases submetidos a baixas pressões. Vinte anos depois, Heinrich Geissler desenvolveu um tubo de vidro fechado contendo vácuo no seu interior e dois eletrodos nas extremidades. Em 1879 o físico inglês William Crookes, aperfeiçoou o tubo de Geissler, produzindo, por intermédio de uma bomba de vácuo, pressões muito menores do que aquelas anteriormente obtidas ficando conhecido como “ampola de Crookes”. Os raios produzidos na ampola ao ligar a corrente elétrica foram inicialmente denominados “raios catódicos”, pois eram produzidos no eletrodo negativo (cátodo) e fluíam para o polo positivo (ânodo). Nada se sabia, entretanto, sobre a natureza destes raios, se verdadeiramente eram ondas ou partículas, nem tampouco suas propriedades (PIERES, 2011).

Em maio de 1894, Wilhelm Conrad Röntgen, então professor de física e reitor da Universidade de Würzburg, na Bavária, Alemanha, teve sua atenção chamada para um trabalho publicado por Phillip Lenard, físico em Berlim, sobre os raios catódicos. Ele então solicitou a construção de diversos tipos de tubos de vidro a vácuo na empresa Müller-Unkel, em Braunschweig e formulou alguns experimentos a serem realizadas. Durante os últimos meses de 1895, quando finalmente dispôs do tempo necessário, iniciou uma série de experiências no laboratório de física da universidade, onde permanecia até altas horas da noite (ARRUDA, 1996).

No dia 8 de novembro de 1895, realizando um experimento próprio, descobriu algo novo. Queria observar se os raios catódicos se propagavam para fora da ampola de Crookes. Como os raios emitiam uma forte luminosidade, revestiu o tubo de Crookes completamente com uma cartolina preta e deixou o laboratório totalmente escuro. Fazendo a corrente elétrica passar pela ampola notou surgimento de luminescência numa placa de platinocianeto de bário que se encontrava sobre uma mesa a certa distância. Repetiu o experimento várias vezes afastando cada vez mais o papel da ampola. Depois interpôs vários objetos como papel e madeira e constatou que a placa continuava a emitir luz. Ao segurar estes materiais entre o tubo e a placa viu que se formou um esboço dos ossos da sua mão. A seguir substituiu a placa luminescente por um papel fotográfico, usando o tubo como se fosse uma fonte luminosa e conseguiu impressionar a chapa. Naquele dia teve certeza de que havia descoberto uma nova

forma de radiação, que não havia sido registrada até então (FRANCISCO, 2005).

Em 22 de dezembro daquele mesmo ano, convenceu sua esposa, Anna Bertha Ludwig a participar de um de seus experimentos. Colocou a mão dela no trajeto entre o tubo e uma placa fotográfica, durante 15 minutos. Observou a formação de uma imagem com a sombra dos ossos da mão e de um anel que ela usava, cercado pela penumbra dos tecidos moles. Esta foi a primeira radiografia da história realizada em um ser humano. Em 28 de dezembro, seu trabalho "Über eine neue Art von Strahlen" ("Sobre uma nova espécie de raios"), foi submetido para publicação descrevendo de forma sucinta e objetiva a sua descoberta (ARRUDA, 1996).

A repercussão da descoberta foi enorme, deixando todos fascinados. Vários pesquisadores passaram a reproduzir o experimento de Röntgen e mais de 1000 relatos sobre o uso dos raios X surgiram somente no ano de 1896 (FRANCISCO, 2005).

### ***3.1.2 A radiografia***

O mundo médico reconheceu imediatamente a importância da descoberta dos raios X e alguns meses após, radiografias já eram realizadas em vários países. A primeira radiografia com finalidade diagnóstica foi realizada nos Estados Unidos em 3 de fevereiro de 1896, por Dr. Edwin Geada que detectou uma fratura de Colles (extremidade distal do rádio).

Alguns laboratórios equipados com aparelhos de raios X começaram a se dedicar exclusivamente à radiologia médica e pacientes passaram a serem encaminhados para estes estabelecimentos. A partir de 1905 estes laboratórios migraram para o interior dos hospitais, permitindo um enorme avanço na prática médica (FRANCISCO, 2005).

Os aparelhos de radiografia foram evoluindo com o tempo e se difundindo pelo mundo. A configuração atual consiste em um gerador que contém um transformador de alta voltagem e um retificador (transforma corrente alternada em corrente contínua). A energia elétrica, agora transformada e retificada chega à ampola de raios X, constituída por um cátodo (filamento metálico) e um ânodo, geralmente de tungstênio, que é rotatório (para dissipar o calor produzido) que ficam num tubo de vidro, envolto por uma cápsula metálica. Quando a corrente elétrica de alta voltagem passa pelo cátodo libera um feixe de elétrons (os "raios catódicos") que atinge o ânodo. Os elétrons incidentes vão atingir outros elétrons contidos nos átomos do ânodo e surgem os raios X, que hoje se sabe que são fótons resultantes desta interação. Os raios X são direcionados para o corpo do paciente, que pode estar em decúbito na mesa de exame ou em ortostase. Atravessando a parte do corpo a ser avaliada, os raios X atingem um cassete que contém o filme radiológico. Este filme consiste em uma emulsão

contendo cristais de haleto de prata revestidos por uma base plástica. Após a revelação as áreas que foram mais expostas aos raios X aparecem mais escuras que as não expostas. Assim, estruturas mais densas do corpo humano (como, por exemplo, os ossos) vão oferecer maior resistência à passagem da radiação e vão se traduzir por uma coloração mais esbranquiçada na imagem final formada no filme radiográfico (JUHL, 1996).

Durante muitas décadas a aquisição das imagens radiográficas foi realizada desta forma, com o uso do filme, no qual estava a imagem latente e que posteriormente passava por um processo de revelação, parecido com o utilizado na fotografia convencional. Neste processo, utilizam-se substâncias redutoras, como a hidroxiquinona. Em seguida o filme passa por uma solução fixadora, à base de tiosulfato de sódio ou de amônio e, finalmente, o processo de secagem, após o qual a imagem estará pronta para ser avaliada (GARCIA, 2002).

A era digital na radiografia começa em 1980, quando as imagens produzidas pelos raios-X foram gravadas digitalmente pela primeira vez, utilizando-se placas de armazenamento de fósforo baseadas em cassete. Era o sistema CR (Computed Radiography) que exigia um processo de leitura de imagem separado (KÖRNER, 2007). Após a exposição radiográfica o cassete é inserido em um “leitor” separado, que faz a varredura da tela da imagem com um feixe de laser vermelho, que estimula a emissão de fótons de luz azul. Um processador digital no leitor CR converte a luminescência capturada em uma imagem digital correspondente (SAMEI, 2004).

O primeiro sistema DR (Digital Radiography) apareceu em 1990. Utilizava um detector de radiação onde os raios X incidentes eram convertidos em cargas elétricas por meio de um processo de leitura direta, sem precisar passar pelo “leitor” do CR. Os sistemas DR podem ser divididos em grupos de conversão direta e indireta, dependendo do tipo de conversão de raios X usada (KÖRNER, 2007).

Dispositivos indiretos de DR convertem inicialmente os raios X em fótons de luz usando um cintilador e, em seguida, em elétrons por meio de um fotodiodo sensível à luz para gerar o sinal digital. Dispositivos diretos de DR convertem os raios X diretamente em elétrons e, em seguida, em um sinal digital usando um material fotocondutor (SAMEI, 2004).

### **3.1.3 Mamografia**

Em 1913, Albert Salomon, um cirurgião alemão, publicou um estudo com radiografias realizadas em 3000 mamas excisadas, realizando correlação anatomopatológica, demonstrando

a possibilidade de distinção entre o carcinoma altamente infiltrativo e o carcinoma circunscrito. Ele foi o primeiro a detectar câncer de mama não palpável num espécime radiológico.

Em 1949, Raul Leborgne, no Uruguai, foi o pioneiro na melhoria da qualidade da imagem nos exames de mama, chamando a atenção para a necessidade de melhorar o posicionamento e os parâmetros radiológicos utilizados. Reportou microcalcificações encontradas em cerca de 30 % das neoplasias malignas.

Em 1962, Robert Egan descreveu uma técnica de alta miliamperagem, com baixa quilovoltagem, utilizando um filme especial, relatando os primeiros 53 casos de câncer mamário oculto, detectados em 2.000 exames mamográficos.

Em 1965, Charles Gross, de Estrasburgo, na França, desenvolve o primeiro aparelho dedicado à mamografia, com um tubo de raios X com ânodo de molibdênio com 0,7 mm de ponto focal, proporcionando elevado contraste diferencial entre parênquima, gordura e microcalcificações, contendo, ainda, um sistema de compressão para as mamas (GOLD, 1992).

Em 2000, o primeiro equipamento de mamografia digital é aprovado pela FDA. O gerador de raios X tem características semelhantes ao do sistema convencional. A grande inovação consistiu na introdução de um controlador computadorizado (com controle automatizado de qualidade) e a substituição do sistema filme/écran por um detector eletrônico altamente diferenciado e eficaz na absorção do feixe de raios X (KALAF, 2014).

### ***3.1.4 Tomografia computadorizada***

No início dos anos 1970, o engenheiro eletricista britânico Godfrey N. Hounsfield conseguiu unir o uso dos raios X com um computador, inventando o primeiro scanner de tomografia computadorizada (FURLOW, 2014).

A TC utiliza também uma ampola de raios X, com a diferença que esta gira em torno do paciente. A radiação que atravessa o corpo do paciente impressiona uma série de detectores, gerando imagens que representam “fatias” da parte do corpo examinada. A grande quantidade de dados adquiridos pela unidade de varredura é enviada a um computador para processamento. Um grupo de equações matemáticas é utilizado para determinar o coeficiente de atenuação de pequenos elementos de volume (voxels). Cada voxel (tridimensional) é transformado num pixel (bidimensional). A cada pixel no corte tecidual é atribuído um número proporcional ao grau de atenuação dos raios X. São então atribuídos tons de cinza a cada um destes números. O resultado final é a imagem da TC em escala de cinza (BONTRAGER, 1999).

Desde a sua criação, os scanners de TC evoluíram em estágios, chamados de gerações.

Os scanners de primeira geração continham apenas 1 ou 2 detectores necessitavam de até 4,5 minutos para reunir informações para reconstruir uma “fatia” a partir de rotação de 180° do tubo e do detector. Os de segunda geração tinham até 30 detectores com um tempo de cerca de 10 minutos para realizar um exame de 40 fatias. Os de terceira geração incluíam um arranjo de até 852 detectores que rodam no lado oposto do tubo descrevendo um ciclo de 360° ao redor do paciente. Os de quarta geração, desenvolvidos na década de 1980 possuem um anel de 4.800 detectores, que circundam completamente o paciente (BONTRAGER, 1999).

Assim, ao longo de toda a década de 1980, os tomógrafos adquiriram imagens em um modo de incremento de passo e disparo, de forma que a mesa de exame ficava estacionária durante a aquisição de uma imagem transversal a partir de uma rotação de 360 ° do gantry. A mesa então se movia para a próxima posição de varredura antes que outra varredura fosse iniciada, impondo assim um atraso entre varreduras de 10 segundos. Tudo isso mudou em 1990 com a introdução da rotação contínua do gantry em um anel deslizante com translação contínua da mesa associada, traçando um caminho em espiral ou helicoidal. Com isso, chegou-se à capacidade de escanear todo o tórax ou abdome em uma única apneia usando finas seções transversais contíguas que poderiam ser reconstruídas em incrementos arbitrários (RUBIN, 2014).

Em 1998 uma evolução importante ocorreu com a tecnologia de multidetectores, permitindo a aquisição simultânea de múltiplas seções finas (cerca de 1 mm de espessura) da anatomia do paciente durante exames ainda mais rápidos. O tubo de raios-X da unidade de TC com multidetectores é posicionado em frente a uma série de detectores e o feixe de raios-X em forma de leque passa pelo paciente durante um procedimento único e rápido. O conjunto de dados sobrepostos resultante representa os valores de TC em voxels volumétricos. Em 2006, scanners de TC multidetectores de 64 linhas produziram 64 cortes de 0,6 mm em 0,33 segundos.

O software foi aprimorado juntamente com a tecnologia de TC, aumentando o potencial de inovações no design do scanner. Interpolações algorítmicas sofisticadas de dados de varredura de TC permitem a pronta reconstrução das imagens axiais, em tempo quase real, melhorando o pós-processamento das imagens e a exibição de imagens 2-D ou 3-D de forma rápida e precisa, de qualquer plano de visão ou perspectiva (FURLOW, 2014).

### ***3.1.5 Ressonância magnética***

Em 1820, durante uma palestra na universidade, Hans Christian Oersted desviou a agulha de uma bússola magnética segurando um fio carregado próximo a ela, produzindo assim

um campo magnético e provando a relação entre eletricidade e magnetismo, descoberta que influenciou as pesquisas do físico francês André-Marie Ampère e do britânico James Clerk Maxwell sobre o tema. Em 1955, Erik Odeblad e Gunnar Lindström, de Estocolmo, publicaram seus primeiros estudos incluindo medições do tempo de relaxamento de células vivas e tecido animal excisado. Em 1968, Jackson e Langham obtiveram o primeiro sinal de RMN de um animal vivo inteiro, um rato anestesiado. Em 2 de setembro de 1971, Paul C. Lauterbur, professor de química da Universidade Estadual de Nova York em Stony Brook, registrou em seu caderno de laboratório a ideia de aplicar gradientes de campo magnético em todas as três dimensões para criar imagens de RMN. Ele publicou as primeiras imagens de dois tubos de água em março de 1973 na *Nature*. Logo depois, ainda naquele ano, a imagem de um animal vivo, um molusco, seguiu e em 1974 a imagem da cavidade torácica de um camundongo (RINCK, 2018).

Mas foi só em 1977 que as primeiras imagens de ressonância magnética humana foram publicadas. O primeiro estudo de imagem por RM em humanos, com base na técnica de imagem por voxel de RM nuclear focada em campo (ou FONAR), levou quase 5 horas para ser adquirido (EDELMAN, 2014).

Os primeiros sistemas comerciais de ressonância magnética foram introduzidos no início dos anos 1980. Esses sistemas ofereciam poucas opções em termos de sequências de pulso. Normalmente, as únicas sequências disponíveis eram as técnicas básicas de gradiente-eco e spin-eco que permitiam imagens ponderadas em T1 e T2. O uso de magnetos supercondutores permitiu a geração de imagens em altas intensidades de campo, com o surgimento de equipamentos de 1,5 Tesla em 1985. Desde então, 1,5 T tornou-se o pilar dos sistemas comerciais de RM (EDELMAN, 2014).

Com o crescente interesse em imagens de RM funcionais do cérebro, logo se tornou evidente que forças de campo ainda mais altas eram necessárias para maximizar a relação sinal-ruído e as mudanças de sinal com ativação, levando à implementação comercial de equipamentos 3 T a partir de 1998 (EDELMAN, 2014).

Os equipamentos de RM são constituídos de vários componentes. Um grande magneto cilíndrico que envolve a mesa onde fica o paciente e é responsável por formar um campo magnético externo ao longo do eixo corporal. As bobinas de gradiente formam um campo magnético menor, permitindo obter imagens do corpo em qualquer orientação (axial, coronal, sagital, oblíqua, etc.). As bobinas de radiofrequência emitem pulsos que fazem girar os spins, afastando-os do campo magnético externo. À medida que os spins nucleares retornam ao campo magnético externo, emitem sinais de radiofrequência que são recebidos pelas mesmas bobinas

e enviados ao computador do equipamento. No computador os sinais recebidos são transformados em imagem (BONTRAGER, 1999).

### **3.1.6 A linguagem Dicom**

A partir da década de 1990, com o crescimento da informação digital na radiologia, surgiu a necessidade de padronizar o formato das imagens e da comunicação em medicina. Assim, algumas instituições como a Associação Nacional de Fabricantes de Equipamentos Elétricos dos Estados Unidos da América (National Electrical Manufacturers Association – NEMA), o Colégio Americano de Radiologia (American College of Radiology – ACR), a Sociedade de Radiologia da América do Norte (Radiology Society of North America – RSNA) e algumas companhias de equipamentos médicos e universidades fizeram um consórcio e criaram o padrão DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), que foi apresentado ao público no congresso da RSNA em 1993 (AZEVEDO-MARQUES, 2004).

O padrão DICOM especifica um protocolo de formato de imagem digital, intercâmbio de dados e estrutura de arquivo para imagens biomédicas e informações relacionadas a imagens. Fornece informações detalhadas de engenharia que permitem conectividade de rede entre uma variedade de aparelhos, tanto dentro de um mesmo hospital quanto fora (por exemplo, telerradiologia, telemedicina). As interfaces DICOM estão disponíveis para conexão de qualquer combinação das seguintes categorias de dispositivos de imagem digital: equipamentos de aquisição de imagem (por exemplo, tomografia computadorizada, ressonância magnética, radiografia computadorizada, mamografia, ultrassonografia e medicina nuclear); arquivos de imagens; dispositivos de processamento de imagem e estações de trabalho; dispositivos de saída de cópia impressa (impressoras de filme radiológico e impressoras de papel) (BIDGOOD, 1997).

O DICOM é o padrão global para transferência de imagens radiológicas e outras informações médicas entre computadores. O DICOM atual foi publicado em 1993 e geralmente identificado como 3.0 (AZEVEDO-MARQUES, 2009).

### **3.1.7 O PACS**

A indústria da ciência da computação progrediu rapidamente, seguindo a frequentemente citada predição de Gordon Moore em 1965, de que o número de transistores por polegada quadrada em circuitos integrados dobraria a cada 18 meses. Os processadores de

computador estão se tornando mais rápidos, os recursos de memória e armazenamento aumentam a cada dia e o desempenho da rede é aprimorado continuamente (WEISS, 2006). Esta evolução foi fundamental para o surgimento do PACS e, conseqüentemente, para sua evolução no decorrer do tempo.

Conforme Azevedo-Marques (2009) o uso de sistemas de informação para gerenciamento de imagens e informações clínicas começou a ser estudado de forma mais efetiva na década de 1980, quando os processos de aquisição digital começaram a ser utilizados em maior escala nos hospitais. Antes disso, cada equipamento era um sistema isolado, conectado somente a uma estação de trabalho (um computador) e a uma determinada impressora. Com a necessidade de se estabelecer a troca de dados de imagens de forma consistente e automática, surgiu o conceito de PACS, um sistema de arquivamento e comunicação voltado para o diagnóstico por imagem.

Um sistema de arquivamento e comunicação de imagens (PACS) é um sistema computacional que gerencia a aquisição, transmissão, armazenamento, distribuição, exibição e interpretação de imagens médicas. Suas principais vantagens são: melhor fluxo de trabalho, melhor rendimento e produtividade, acesso rápido, remoto e simultâneo a dados de imagem, arquivamento eletrônico, possibilidade de manipulação de imagem e um bom custo-benefício (AZEVEDO-MARQUES, 2004).

Desde os primeiros estudos na Europa na década de 1970, a evolução do PACS passou por diferentes estágios de desenvolvimento. No final dos anos 1980 o avanço se concentrou no desenvolvimento do sistema e na integração com sistemas de informação em saúde (HIS) e sistemas de informação em radiologia (RIS). No início da década de 1990, incorporação da linguagem DICOM. No final desta mesma década, desenvolvimento de fluxo de trabalho PACS e na década de 2010 surgimento do PACS baseado na web (ALHAJERI 2019).

A conjunção de vários fatores no decorrer do tempo, como transição do modo analógico para o digital em diversas modalidades de exames de imagem; redução no custo de computadores; melhorias das redes e protocolos de comunicações; custo reduzido e maior velocidade de dispositivos de arquivamento eletrônico, impulsionou o PACS a se difundir pelos serviços de radiologia de todo o mundo (SAMEI, 2004).

### **3.2 Componentes do PACS**

PACS são sistemas de armazenamento, processamento, distribuição e recuperação de imagens baseados em rede de computadores que podem ser usados para capturar, armazenar,

recuperar, exibir, manipular e imprimir imagens médicas e dados associados. São normalmente compostos dos seguintes componentes: interfaces com equipamentos de aquisição de imagens médicas, uma rede de alta largura de banda, duas ou mais camadas de estações de trabalho, duas ou mais camadas de arquivos de imagem, servidores especializados e interfaces para outros sistemas de informação e periféricos, como, por exemplo, impressoras de filme e impressoras de papel (COHEN, 2004).

*Interfaces com equipamentos de aquisição digital.* Qualquer equipamento de diagnóstico por imagem que utilize a linguagem DICOM pode ser interligado com o PACS, como os aparelhos de tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM), medicina nuclear, ultrassonografia (US), radiografia digital, angiografia digital e mamografia digital, entre outros (SAMEI, 2004).

*Rede.* A rede é como uma malha viária que fornece a conexão de dados entre os vários componentes do PACS. É normalmente configurado como sua própria rede local (LAN) ou como uma sub-rede dedicada em um ambiente de rede remota (WAN). Interfaces de modalidade, servidores, estações de trabalho e periféricos são interconectados com as redes de alta velocidade por meio de cabos coaxiais, de par trançado ou de fibra ótica. No dimensionamento da rede é importante se certificar que a largura da banda seja adequada à grande quantidade de dados de imagem que serão transferidas e os requisitos de velocidade do PACS (COHEN, 2004).

*Servidor de imagem.* O servidor de imagem é o “cérebro” de um PACS. No PACS com arquitetura centralizada há um computador com unidade de processamento central (CPU) de alta velocidade e uma grande quantidade de memória de acesso aleatório (RAM) e memória cache, responsável por manter o controle das informações, imagens, atributos de imagem, e locais de imagem. Há um arquivo central em torno do qual todas as modalidades e estações de trabalho são anexadas. Algumas implementações de PACS possuem duas dessas unidades, fornecendo funcionalidades redundantes para minimizar o possível tempo de inatividade técnico ou de atualização. Em uma arquitetura de PACS descentralizada, a funcionalidade do servidor de banco de dados de imagens é distribuída entre vários computadores (SAMEI, 2004).

*Sistema de arquivamento.* Departamentos de radiologia de grandes hospitais podem gerar mais de 70 gigabytes de dados por dia. A capacidade de coletar, armazenar, recuperar e distribuir essa grande quantidade de dados é um dos principais desafios do PACS. Uma abordagem em camadas foi usada para o arquivo de imagens: arquivos de curto e longo prazo. As imagens recentes são normalmente armazenadas em um arquivo de curto prazo, geralmente usando a tecnologia de matriz redundante de discos independentes (RAID). O arquivamento de

longo prazo usa dispositivos robóticos automatizados que indexam e carregam vários tipos de mídia (por exemplo, fita ou discos ópticos) e são expansíveis até centenas de terabytes. Uma preocupação com essa tecnologia em rápida mudança é que a capacidade de ler a mídia atual em vários anos pode depender de manter a tecnologia obsoleta operacional. Uma analogia seria tentar ler disquetes de oito polegadas hoje (COHEN, 2004).

*Impressoras.* Apesar do termo PACS sugerir radiologia sem filme, muitas instituições ainda não conseguiram eliminar o seu uso e as imagens digitais são frequentemente impressas em impressoras com técnica laser, em filme ou em papel, por vários motivos, que vão desde a falta de estações de visualização em todos os setores da instituição ou ao desconforto e não familiaridade de alguns médicos com a nova tecnologia (SAMEI, 2004).

*Estação de trabalho.* É composta por um computador e um ou mais monitores. São usadas pelo médico radiologista para visualizar imagens objetivando o diagnóstico do paciente. Requerem a mais alta resolução, velocidade, possibilidade de comparação com estudos anteriores, manipulação das imagens (por exemplo, ampliar, girar, modificar a janela, realizar medidas das lesões, etc.). Múltiplos monitores (2 ou 4) são frequentemente usados para visualizar múltiplas imagens ao mesmo tempo e / ou fazer comparações com estudos anteriores ou comparações multimodais da mesma região atual de interesse. Os conjuntos de configuração podem ser adaptáveis, de modo que os formatos de exibição das imagens e o sequenciamento estejam disponíveis com base no login do usuário específico, a modalidade e o tipo de estudo (COHEN, 2004).

Na estação de trabalho fica o objeto do nosso estudo, o visualizador do PACS ou interface gráfica com o usuário (do inglês, Graphical User Interface – GUI). Os visualizadores disponíveis para uso atualmente têm uma configuração básica semelhante, com algumas poucas diferenças entre eles. Na nossa experiência com os visualizadores de PACS no decorrer dos anos, algumas constatações foram feitas e são detalhadas abaixo. Após o login, a tela inicial oferece opção de busca de exames, que pode ser por período (colocando-se a data desejada), pelo nome do paciente, pela modalidade de exame (RX, MG, TC, RM, etc.), pelo tipo de exame (Crânio, Tórax, Abdome, etc.). Após o resultado da busca, clicando-se no exame desejado, as imagens serão expostas na tela do visualizador, conforme as configurações pré-estabelecidas para aquela modalidade e aquele tipo de exame. Em alguns visualizadores esta arrumação das imagens é manual, cabendo ao usuário dividir a tela e carregar as séries de imagem em cada uma das janelas. Na tela de exposição das imagens há uma barra de ferramentas que contém diversos ícones sendo estes os principais: janelamento, zoom, deslocamento, medidas (com subnível onde é possível selecionar medida linear, traçada à mão, medida de densidade, medida

de ângulo), girar imagem (em 90 ° ou manualmente no grau escolhido), virar imagem (na horizontal ou na vertical), reconstrução multiplanar (alguns com subnível para MPR oblíquo ou curvo), reconstrução tridimensional (alguns com subnível para 3D com renderização de volume, renderização de superfície e MIP), divisão de janelas, seleção de série de imagens, troca contínua entre séries, linha de referência (todas as imagens, primeira e última imagens ou imagem atual) apagar medidas, cursor 3D. Outras funções estão disponíveis, mas são pouco utilizadas na rotina do médico radiologista, como zoom localizado, inserir texto, exportar (exame completo, série ou imagem), marcação de vértebras, adicionar imagens para impressão, etc. Alguns visualizadores permitem que os ícones sejam adicionados ou removidos da tela de exibição, de acordo com a preferência do usuário, sendo possível inclusive, organizar a posição de cada um deles na barra de ferramentas.

A estação de trabalho é um componente crítico de um PACS que pode afetar sua aceitabilidade pelo usuário e eficiência no processo de interpretação do exame e confecção do laudo radiológico (SAMEI, 2004).

### **3.3 Desafios do PACS**

Com o surgimento do PACS houve uma mudança significativa no trabalho do médico radiologista, passando de uma prática onde a análise dos exames era realizada com os filmes contendo as imagens, expostos em um negatoscópio, para um novo padrão, sem filmes, onde as imagens são avaliadas em estações de trabalho. Com as inovações tecnológicas das últimas décadas, o radiologista passou a ter uma quantidade maior de exames e um número maior de imagens em cada exame para interpretar no seu turno de trabalho (WEISS, 2006).

Com a evolução das tecnologias de imagem digital, o tamanho dos exames e a complexidade das imagens médicas aumentaram significativamente. O aumento exponencial no volume das imagens aconteceu sobretudo com o advento da tomografia computadorizada de multidetectores. Na década de 1990, um estudo de TC compreendia, em média, quase 100 imagens axiais. Um radiologista interpretava de 20 a 25 exames de TC como parte de uma carga de trabalho diária na sua rotina, o que significava um total de aproximadamente 2.500 imagens axiais por dia. Hoje, com o uso de aparelhos de TC com multidetectores os exames contêm de 500 a 1.000 imagens. Considerando-se que um radiologista deva igualar a quantidade de pacientes da década de 1990 e interpretar 25 casos por dia, isso significa que ele verá não mais 2.500, mas sim 25.000 imagens por dia! Com base nesta informação, considerando-se um dia de trabalho intenso de 7 horas de interpretação ininterrupta, isso permitiria menos de 1 segundo

para avaliar cada imagem! Além disso, tendo em vista que a introdução de inovações técnicas tornou os aparelhos de TC muito mais rápidos, com capacidade de realizar mais exames por unidade de tempo, observou-se uma explosão no número de exames a serem lidos por dia, deixando o radiologista com a tarefa de interpretar, em média, 50 estudos por dia, ou seja, cerca de 50.000 imagens! Se um segundo for gasto em cada imagem, isso se traduz em aproximadamente 14 horas de leitura. E se o volume subir para 80 estudos por dia, como alguns analistas previram, então o radiologista precisará de um mínimo de 22 horas por dia para a interpretação das imagens. Associado a isto há a previsão de especialistas que a carga de trabalho total com imagens aumentará em média 50%, enquanto o número de radiologistas aumentará apenas 20%. Entre as estratégias para lidar com a crise iminente no aumento da demanda e na diminuição da oferta de serviços de radiologia está a investigação de estratégias alternativas de navegação de imagens e dispositivos de navegação (WEISS, 2006).

Como estamos já há algum tempo vivenciando esta situação de sobrecarga do radiologista, esforços têm sido feitos no sentido de otimizar o fluxo de trabalho. Considerando-se que o PACS é hoje a principal ferramenta de trabalho do radiologista, muitos pesquisadores se propuseram a realizar avaliações, objetivando detectar os principais problemas no seu funcionamento e propor soluções para sua melhoria. Uma boa interface do usuário para manipulação e visualização de imagens é importante para os radiologistas pois pode reduzir a fadiga e o estresse relacionados às longas horas gastas no uso das estações de trabalho (JOSHI, 2011).

Atualmente, um grande número de fornecedores oferece produtos com diferentes recursos e capacidades e, embora hoje o PACS possa ser considerado uma tecnologia madura, nem todos os principais problemas foram resolvidos. Os PACS são frequentemente complexos e caros de adquirir, substituir, manter ou reparar. Além disso, o desempenho de um PACS pode afetar diretamente o desempenho do radiologista, o atendimento ao paciente e o fluxo clínico. Assim, deve-se ter bastante cautela na seleção de um sistema que atenda às necessidades e requisitos do usuário (SAMEI, 2004).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo quantitativo observacional, transversal e descritivo.

### 4.2 Local de pesquisa

A pesquisa foi realizada no Centro de Diagnóstico por Imagem (CDI) na cidade de Barreiras, na Bahia (Figura 1). Barreiras é uma cidade situada na região oeste do estado da Bahia, que se tornou um importante polo regional da saúde. A cidade conta com dezenas de estabelecimentos públicos e privados nessa área. O CDI está em funcionamento desde março de 2009, realizando exames como radiografia, mamografia, densitometria óssea, tomografia computadorizada, ultrassonografia e ressonância magnética, atendendo a população de diversas cidades da região oeste e mesmo de estados vizinhos como Piauí e Tocantins, na rede privada, mas também na pública, pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

**FIGURA 1-** CDI Barreiras.



**Fonte:** acervo da pesquisa.

### 4.3 População e amostra

Conforme dados dos conselhos regionais que regulamentam a profissão de Medicina, o número de profissionais que atuam no município de Barreiras é de 321 médicos. Destes, apenas 8 são especialistas em Radiologia e Diagnóstico por Imagem e atuam na área. Trabalhando atualmente no CDI temos 6 destes profissionais, todos eles elaborando laudos médicos em 5 modalidades de exames: radiografia, mamografia, tomografia computadorizada, ultrassonografia e ressonância magnética.

A composição amostral se deu por adesão. Para composição do grupo amostra, foram convidados 5 radiologistas que trabalham no CDI.

Foi realizada uma breve apresentação da pesquisa afim de realizar o convite aos usuários e confirmar o seu interesse em participar. Após aceitação, os usuários foram direcionados para a segunda parte onde foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Após a assinatura do termo, foram direcionados para as próximas etapas com os instrumentos de coleta de dados.

### 4.4 Critérios de seleção

Os critérios de inclusão foram:

- Concordar em participar voluntariamente do estudo aceitando os termos propostos no TCLE;
- Que seja médico com especialização em radiologia e diagnóstico por imagem, fazendo parte atualmente do corpo clínico do CDI-Barreiras e tenha experiência de trabalho com visualizadores de PACS.

Os critérios de exclusão foram:

- O participante que descumprir as orientações pertinentes ao experimento no cenário de avaliação;
- O participante que deixar de responder ao questionário ou responder de forma incompleta.

#### **4.5 Descrição dos usuários**

Um dos usuários encontra-se na faixa etária entre 20-29 anos; 2 entre 30-39 anos; 2 entre 40-49 anos. 3 deles já exercem a profissão de radiologista há mais de 10 anos; 1 há 9 anos e 1 saiu recentemente da residência médica e trabalha há menos de 1 ano na área.

Assinala-se que a maioria (4) dos usuários tem experiência considerável com o PACS (1 maior que 5 e 3 deles maior que 10 anos), embora com uso de visualizadores diversos. Apenas um dos usuários tem uma experiência menor e iniciou o trabalho no CDI no ano anterior ao experimento.

#### **4.6 Descrição dos PACS**

Dos 4 visualizadores escolhidos para a pesquisa 2 deles tem versões gratuitas disponíveis para uso (os PACS B e C) e por esta razão foram escolhidos. Os outros dois (os PACS A e D) só dispõem de versões pagas e foram selecionados porque a estação de trabalho do CDI já continha estes devidamente instalados e funcionantes. O PACS D é o principal visualizador utilizado no CDI. O PACS A é o visualizador utilizado por alguns dos usuários para dar os laudos de um outro centro de imagem de uma cidade vizinha na modalidade telerradiologia.

Entre os PACS avaliados, o D era já utilizado por todos os usuários. O PACS A era já utilizado por 4 dos usuários que trabalhavam na modalidade telerradiologia para laudar os exames de um outro centro de imagem.

Todos os 4 PACS avaliados tem as ferramentas necessárias para a realização das ações listadas nos exames do experimento. Embora haja algumas diferenças de design da tela inicial, os ícones que representam as ferramentas são parecidos, pois, no decorrer dos anos, muitos itens foram sofrendo uma padronização natural no mercado.

#### **4.7 Descrição dos exames**

Durante a sessão os radiologistas tiveram que interpretar quatro exames: uma Radiografia de tórax, uma Mamografia, uma Tomografia Computadorizada de abdome, uma Ressonância Magnética do crânio, nesta ordem. Os exames tiveram os dados dos pacientes excluídos das imagens, de forma que não foi possível identificar os pacientes, pois nenhuma informação pessoal apareceu na tela. Estes quatro exames foram abertos em todos os 4 visualizadores, conforme a ordem definida no sorteio. Foram escolhidos estes 4 exames pois

são os mais representativos do que acontece num turno de trabalho de um médico radiologista. Especialmente no CDI, num turno são realizados uma média de 10 radiografias (sendo cerca de 6 do tórax), 8 mamografias, 14 tomografias (sendo 2 de abdome) e 13 ressonâncias (sendo 4 do crânio).

O primeiro exame, a radiografia de tórax, foi realizado na incidência pósterio-anterior (PA) e contém um nódulo denso no segmento apical do pulmão direito.

O segundo exame, uma mamografia, foi realizado nas incidências crânio-caudal direita e esquerda (CCD e CCE) e médio-lateral oblíqua direita e esquerda (MLOD e MLOE), contendo um nódulo no quadrante ínfero-medial da mama esquerda.

O terceiro exame, uma tomografia computadorizada de abdome total, foi realizada sem e com contraste venoso, nas fases: pré-contraste, arterial, portal e tardia, contendo um nódulo na glândula adrenal direita.

O quarto exame, uma ressonância magnética do crânio foi realizado nas sequências: axial ponderada em T2, FLAIR, gradiente echo, e com técnica de difusão; sagital T1, coronal T2; aquisições após injeção do meio de contraste venoso nos planos axial, coronal e sagital ponderados em T1. Contém uma lesão expansiva, neoplásica, no lobo parietal esquerdo.

#### **4.8 Instrumentos da coleta de dados**

A pesquisa utilizou três instrumentos de coleta de dados para avaliação dos visualizadores dos PACS. Primeiramente uma ficha de avaliação inicial com dados de cada usuário (APÊNDICE A).

Em seguida foi montado um cenário de avaliação simulando a situação real do médico radiologista na interpretação de exames de imagem para confecção do laudo (APÊNDICE B).

Após a conclusão deste cenário, foi também utilizado um questionário com diversos itens para serem respondidos pelo radiologista, referentes à experiência com os visualizadores (APÊNDICE C).

#### **4.9 Descrição da coleta de dados**

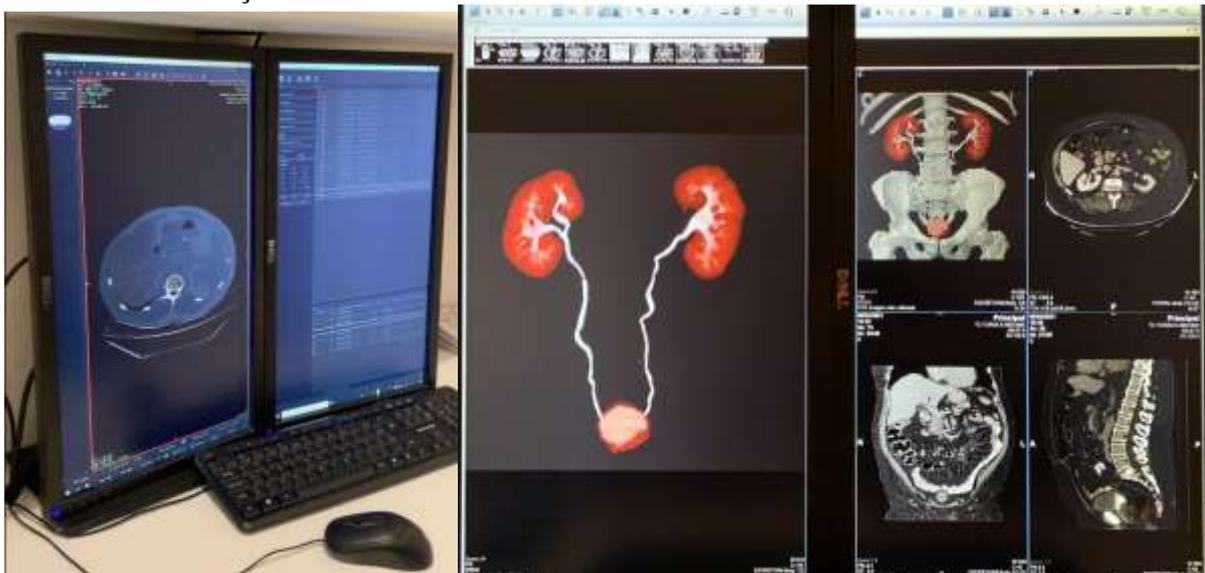
Foram agendadas sessões de coleta de dados com cada um dos radiologistas do CDI, doravante chamados de usuários. Foi realizado um sorteio para definir o número de cada usuário (usuário 1, 2, 3, 4, 5); a letra de cada visualizador de PACS (PACS A, B, C, D) e a ordem dos visualizadores de PACS (A,D,C,B; B,A,D,C; C,B,A,D; D,C,B,A; B,C,D,A).

O sorteio foi realizado pelo pesquisador, com a presença dos radiologistas. Cada radiologista retirou de uma urna o papel com a ordem dos PACS que iria seguir no experimento. Com isto pretendeu-se assegurar que os visualizadores fiquem em posição avaliativa diferente para cada radiologista, considerando-se que o último a ser avaliado pode ter um melhor resultado decorrente do aprendizado do usuário ao utilizar os anteriores.

Cada um dos usuários respondeu um questionário prévio, com perguntas sobre dados biográficos e arguindo sobre o tempo de experiência de cada um com PACS (APÊNDICE A).

As sessões foram realizadas em uma das salas de laudo do centro de diagnóstico por imagem, que foi especialmente preparada e isolada para o experimento. Uma das estações de trabalho desta sala foi utilizada, com um computador cuja configuração é expressa por: workstation Dell Precision T3610, Xeon E5-1650, 8GB de memória RAM, HD 500 GB, placa de vídeo NIVIDIA, quadro k600 2 GB PCI EXPRESS. Foram utilizados dois monitores Dell dispostos verticalmente lado a lado, com a seguinte configuração: 22 pol, E2214h, resolução 1080 x 1920 (Figura 2).

**FIGURA 2** - Estação de trabalho.



Fonte: acervo da pesquisa.

Para cada exame um conjunto de ações foi listado para serem realizadas durante a sessão como: localizar a lesão, utilizar a ferramenta de zoom, medir a lesão, determinar a densidade, realizar reconstrução multiplanar, etc. (APÊNDICE B)

Em cada sessão, durante a atuação dos usuários, foi realizada filmagem da tela, do teclado e do mouse, utilizando-se a câmara de um iPhone XR.

Após a realização da rotina estabelecida no cenário do experimento, ao final do uso de

cada um dos PACS, os usuários responderam a um questionário com perguntas referentes a algumas funções dos visualizadores em avaliação (APÊNDICE C).

A duração das sessões variou entre 45 e 60 minutos, incluindo o tempo de realização do experimento com os 4 PACS e a resposta do questionário de satisfação relacionado a cada um deles.

Ao final das sessões os questionários foram recolhidos e os vídeos foram arquivados, ficando estes dados sob responsabilidade do pesquisador.

#### 4.10 Descrição da análise dos dados

A coleta de dados seguiu o seguinte delineamento amostral ilustrado no quadro abaixo:

**QUADRO 1** - Delineamento amostral da pesquisa.

Usuários	Visualizadores (4 PACS que se repetem 4 vezes)	Exames			
		(4 exames que se repetem 20 vezes cada = 80 realizações de exame)			
Usuário 1	PACS – A	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – B	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – C	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – D	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
Usuário 2	PACS – A	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – B	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – C	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – D	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
Usuário 3	PACS – A	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – B	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – C	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – D	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
Usuário 4	PACS – A	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – B	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – C	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – D	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
Usuário 5	PACS – A	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – B	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – C	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
	PACS – D	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

É importante salientar que, embora haja 5 radiologistas nesta pesquisa como usuários dos visualizadores, temos um número total de 80 observações da variável tempo despendido para o laudo (4 exames x 4 visualizadores x 5 usuários = 80 observações), conforme apresentado pelo Quadro 1.

No que diz respeito ao grau de satisfação dos usuários com relação às ferramentas dos visualizadores, temos um total de 240 observações (12 ferramentas x 4 visualizadores x 5 usuários = 240 notas).

Em outras palavras, a amostra adotada nesta pesquisa para a análise estatística dos dados leva em conta um conjunto de dados cujo tamanho é de 80 observações do tempo para a interpretação dos exames (em segundos) e 240 observações de notas (que variam de 1 a 10).

#### **4.11 Da análise estatística**

A análise estatística dos dados dessa pesquisa foi realizada em três abordagens que se intercomunicam: análise descritiva, análise inferencial e análise de correlação (BUSSAB & MORETTIN, 2013).

Com relação a análise sob a abordagem descritiva adotamos os valores médios, os valores mínimos e máximos, os desvios-padrão e os coeficientes de variação associados às variáveis quantitativas tempo para interpretação dos exames (em segundos) e grau de satisfação com as ferramentas dos visualizadores (notas de 1 a 10).

No que tange a análise inferencial, e com o intuito de verificar se há diferença estatística significativa entre os grupos (estratos), segundo cada categorização, foi realizado o teste *T-student* com um nível de significância de 5%.

É importante destacar que, para a realização deste teste de comparação, foi verificada anteriormente a normalidade dos dados por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, a 5% de significância.

Com relação à terceira abordagem de análise, a análise de correlação, adotamos nesta pesquisa o Coeficiente de Correlação linear de Pearson (VIEIRA & HOFFMANN, 1998). Não raro podemos ter o interesse em verificar se há alguma correlação entre duas ou mais variáveis, bem como a intensidade desta correlação.

O Quadro 2 apresenta uma possível escala de classificação do coeficiente de correlação linear de Pearson.

**QUADRO 2** - Classificação (Standard) do coeficiente de correlação linear de Pearson.

<b>Valores de Correlação Entre</b>	<b>Interpretação</b>
0,90 e 1,00	Correlação forte e positiva entre as variáveis consideradas
0,50 e 0,90	Correlação positiva entre as variáveis consideradas
0,10 e 0,50	Correlação fraca e positiva entre as variáveis consideradas
-0,10 e 0,10	Correlação aproximadamente nula (Correlação inexistente)
-0,50 e -0,10	Correlação fraca e negativa entre as variáveis consideradas
-0,90 e -0,50	Correlação negativa entre as variáveis consideradas
-1,00 e -0,90	Correlação forte e negativa entre as variáveis consideradas

**Fonte:** adaptado de CALLEGARI-JACQUES (2009)

Considerando o número de usuários e todas as variáveis envolvidas nesta pesquisa, consideramos apenas os valores de correlações acima de 0,50 ou abaixo de -0,50 como relevantes para a interpretação dos resultados obtidos acerca das variáveis.

#### **4.12 Aspectos éticos**

Os participantes receberam, por escrito, informações detalhadas sobre a natureza, métodos e objetivos do estudo, e foi solicitada a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE (ANEXO C).

A identificação dos participantes foi protegida conforme explicitado no TCLE. Foi garantido o acesso às informações individuais e os participantes foram assegurados da possibilidade de interrupção de participação a qualquer momento, se assim desejassem.

O presente projeto foi aprovado pela Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário São Francisco de Barreiras – UNIFASB (ANEXO B).

## 5 RESULTADOS

Nesse capítulo apresentamos os resultados obtidos por meio da análise estatística dos dados em três contextos que se intercomunicam concomitantemente: análise descritiva, análise inferencial e análise de correlação. A primeira se refere à análise dos valores mínimos e máximos, valores médios, desvios-padrão e coeficientes de variação do tempo para a interpretação dos exames e do grau de satisfação dos usuários em relação às ferramentas dos visualizadores, de acordo com diferentes configurações de estratificação.

A segunda abordagem se refere aos testes estatísticos de comparação que foram adotados para verificar se há similaridade entre os estratos, de acordo com um determinado nível de significância.

A terceira abordagem trata-se da obtenção e interpretação do coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis de estudo, com o intuito de verificar e mensurar a correlação entre as variáveis da pesquisa.

Apresentamos os resultados obtidos neste capítulo de acordo com a sequência descrita a seguir:

- Caracterização dos cinco usuários participantes da pesquisa.
- Medidas descritivas do tempo despendido para a interpretação dos exames (em segundos) e do tempo total de realização considerando cada PACS.
- Diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico *T-student* para comparação entre os exames quanto aos tempos médios de interpretação dos exames.
- Diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico *T-student* para comparação entre os visualizadores quanto aos tempos de interpretação dos exames, considerando todos os exames conjuntamente.
- Diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico *T-student* para comparação entre os visualizadores quanto aos tempos médios de interpretação dos exames conjuntamente.
- Medidas descritivas do tempo despendido para a interpretação dos exames (em segundos) de acordo com cada usuário e considerando cada PACS.
- Medidas descritivas do grau de satisfação atribuídas pelos usuários às ferramentas dos visualizadores.
- Medidas descritivas do grau de satisfação atribuídas pelos usuários considerando todas as ferramentas dos visualizadores conjuntamente, categorizadas por usuário.

- Diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico *T-student* para comparação do grau de satisfação com as ferramentas, entre os usuários, considerando todos os visualizadores conjuntamente.
- Matriz de correlação entre os tempos para interpretação dos exames.
- Correlação entre os exames e as demais variáveis da pesquisa.
- Matriz de correlação entre as ferramentas.

A Tabela 01 apresenta a caracterização dos cinco usuários participantes da pesquisa, médicos radiologistas que trabalham no Centro de Diagnóstico por Imagem de Barreiras (CDI).

**TABELA 1** - Caracterização dos cinco usuários participantes da pesquisa.

Usuário	Idade	Sexo Biológico	Tempo de Graduação em Medicina (em anos)	Tempo de Trabalho (em anos)		Tempo de Trabalho com PACS (em anos)				Grau de Facilidade na Interação com Computadores	
				Como Radiologista	No Centro de Imagem	PACS (Geral)	A	B	C		D
1	41	M	17	13	11	10+	2	0	0	5	3
2	28	F	5	1	1	3	0	3	3	1	3
3	39	F	15	9	5	5	2	0	1	5	2
4	38	F	15	11	11	10+	2	0	1	5	2
5	42	M	18	11	8	10+	2	0	0	5	4

**Fonte:** Acervo pessoal do pesquisador

Ainda sobre a Tabela 01, de acordo com o que foi explanado no Quadro 01 do Capítulo da Metodologia, ainda que haja 5 usuários, temos um número total de 80 observações da variável tempo despendido para o laudo (4 exames x 4 visualizadores x 5 usuários = 80 observações). Quanto ao grau de satisfação dos usuários com relação às ferramentas dos visualizadores, temos um total de 240 observações (12 ferramentas x 4 visualizadores x 5 usuários = 240 notas). Dessa maneira, a amostra adotada nesta pesquisa para a análise estatística dos dados leva em conta um conjunto de dados cujo tamanho é de 80 observações do tempo e 240 observações de notas.

A Tabela 02 apresenta as medidas descritivas do tempo despendido para a interpretação dos exames (em segundos) e do tempo total de realização considerando cada PACS, cuja legenda para os exames está descrita no Quadro 03 abaixo:

**QUADRO 3** - Legenda dos exames adotados nesta pesquisa.

Exame	Descrição
1	Radiografia de tórax
2	Mamografia
3	Tomografia Computadorizada de abdome
4	Ressonância Magnética do crânio

**Fonte:** Acervo pessoal do pesquisador

Podemos verificar, a partir das medidas descritivas apresentadas na Tabela 02, que o exame 1 (Radiografia de tórax) apresentou o menor tempo médio para a definição do laudo em todos os quatro visualizadores. Com respeito à variabilidade do tempo entre os usuários para a definição do laudo em questão, o PACS-B apresentou a menor variabilidade (16,1%) e o PACS-D apresentou a maior variabilidade (68,0%). Em outras palavras, os usuários se mostraram mais homogêneos no PACS-B e mais heterogêneos no PACS-D, no que tange o exame 1.

Com relação ao exame 2 (Mamografia), percebemos que os visualizadores PACS-A, PACS-B e PACS-D apresentaram variabilidades do tempo bem parecidas entre os usuários para a definição do laudo (38,1%, 34,8% e 38,7% respectivamente). Em contrapartida, o PACS-C apresentou a maior variabilidade (76,3%). Este fato sugere que os usuários se mostraram igualmente homogêneos nos PACS-A, PACS-B e PACS-D, e mais heterogêneos no PACS-C, no que diz respeito ao exame 2.

Destacamos também que o exame 3 (Tomografia Computadorizada de abdome) apresentou o maior tempo médio para a definição do laudo em todos os quatro visualizadores. Quanto a variabilidade do tempo entre os usuários para a definição deste laudo, o PACS-B apresentou a menor variabilidade (16,6%) e o PACS-A apresentou a maior variabilidade (40,0%). Em outras palavras, os usuários se mostraram mais homogêneos no PACS-B e mais heterogêneos no PACS-A, no que tange o exame 3.

**TABELA 2** - Medidas descritivas do tempo despendido para a interpretação dos exames (em segundos) e do tempo total de realização considerando cada PACS.

Tempo despendido para a interpretação dos exames referentes ao <b>PACS - A</b>					
Medidas Descritivas	Tempo Exame 1	Tempo Exame 2	Tempo Exame 3	Tempo Exame 4	Tempo Total
Tempo Mínimo	24	37	91	62	257
Tempo Máximo	48	93	303	118	506
Tempo Médio	33,6	60,0	190,8	90,6	375,0
Desvio-Padrão	9,81	22,84	76,37	21,97	91,53
Coefficiente de Variação	29,2%	38,1%	40,0%	24,3%	24,4%
Tempo despendido para a interpretação dos exames referentes ao <b>PACS - B</b>					
Medidas Descritivas	Tempo Exame 1	Tempo Exame 2	Tempo Exame 3	Tempo Exame 4	Tempo Total
Tempo Mínimo	42	30	153	98	350
Tempo Máximo	61	82	237	149	475
Tempo Médio	51,8	56,8	204,8	111,6	425,0
Desvio-Padrão	8,35	19,77	33,97	21,41	45,65
Coefficiente de Variação	16,1%	34,8%	16,6%	19,2%	10,7%
Tempo despendido para a interpretação dos exames referentes ao <b>PACS - C</b>					
Medidas Descritivas	Tempo Exame 1	Tempo Exame 2	Tempo Exame 3	Tempo Exame 4	Tempo Total
Tempo Mínimo	15	33	150	65	263
Tempo Máximo	61	199	229	131	556
Tempo Médio	37,0	85,4	196,2	101,2	419,8
Desvio-Padrão	18,26	65,19	36,48	24,21	105,12
Coefficiente de Variação	49,4%	76,3%	18,6%	23,9%	25,0%
Tempo despendido para a interpretação dos exames referentes ao <b>PACS - D</b>					
Medidas Descritivas	Tempo Exame 1	Tempo Exame 2	Tempo Exame 3	Tempo Exame 4	Tempo Total
Tempo Mínimo	22	37	107	82	267
Tempo Máximo	87	88	262	134	501
Tempo Médio	39,4	54,8	200,8	99,6	394,6
Desvio-Padrão	26,80	21,19	62,21	20,40	94,39
Coefficiente de Variação	68,0%	38,7%	31,0%	20,5%	23,9%

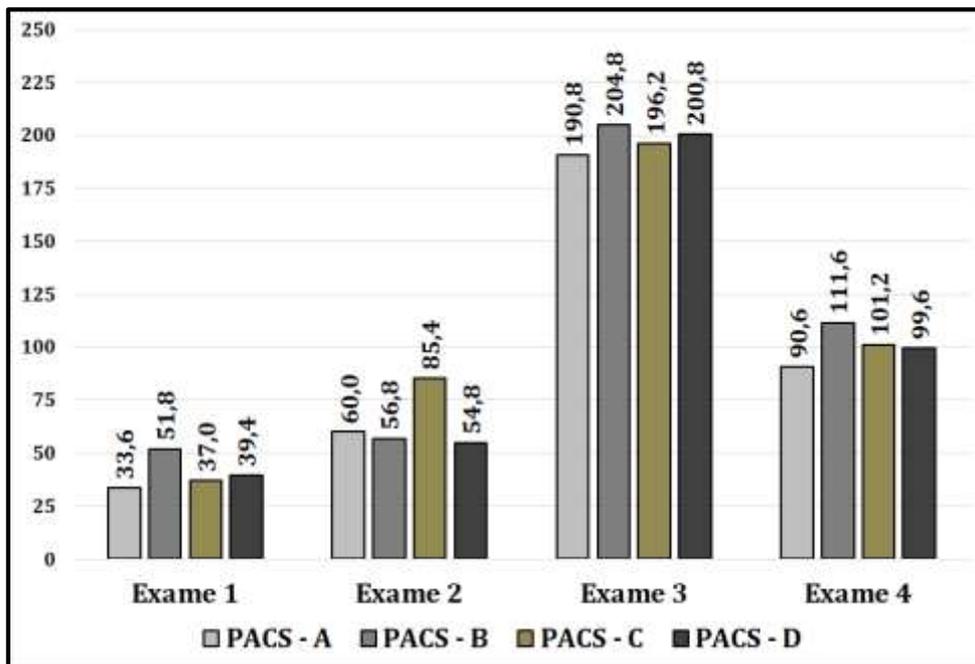
**Fonte:** Acervo pessoal do pesquisador

Finalmente no exame 4 (Ressonância Magnética do crânio) podemos verificar que os quatro visualizadores apresentaram variabilidades parecidas do tempo entre os usuários para a definição deste laudo (24,3%, 19,2%, 23,9% e 20,5% respectivamente). Este resultado sugere

que os usuários se mantêm igualmente homogêneos no tempo com relação ao exame 4, independentemente do visualizador.

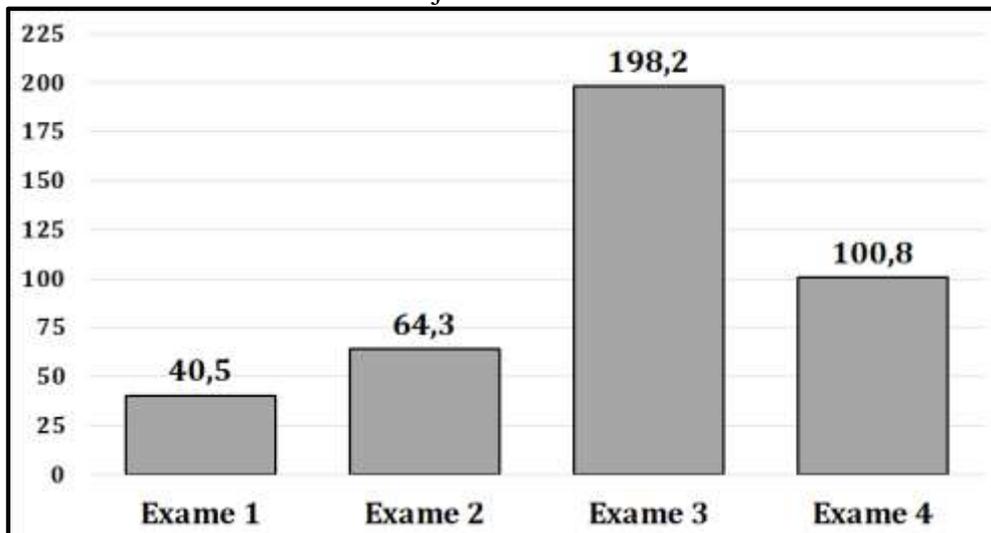
A Figura 03 apresenta o tempo médio despendido (em segundos) para a interpretação dos exames considerando cada visualizador individualmente e a Figura 04 apresenta o tempo médio despendido para a interpretação dos exames considerando todos os visualizadores conjuntamente.

**FIGURA 3** - Tempo médio despendido (em segundos) para a interpretação dos exames considerando cada PACS individualmente.



Fonte: acervo da pesquisa.

**FIGURA 4** - Tempo médio despendido (em segundos) para a interpretação dos exames considerando todos os PACS conjuntamente.



Fonte: acervo da pesquisa.

Podemos verificar claramente na Figura 04 que o exame 3 (Tomografia Computadorizada de abdome) possui o maior tempo médio despendido para a interpretação, seguido do exame 4 (Ressonância Magnética do crânio), logo após vem o exame 2 (Mamografia) e por último o exame 1 (Radiografia de tórax) com o menor tempo médio.

Com o intuito de confirmar (ou não) a diferença significativa entre os tempos médios dos exames, a Tabela 03 apresenta os diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico *T-student* para comparação entre os exames quanto aos tempos médios de interpretação dos exames, considerando 5% de significância.

**TABELA 3** - Diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico T-student para comparação entre os exames quanto aos tempos médios de interpretação dos exames.

Comparação	<i>P-value</i> *	Diagnóstico do Teste Estatístico	Conclusão
Exame 1 <i>Versus</i> Exame 2	0,007068	Há diferença estatística significativa	O tempo médio do Exame 1 é estatisticamente menor que o tempo médio do Exame 2.
Exame 1 <i>Versus</i> Exame 3	0,000000 (Aprox. zero)	Há diferença estatística significativa	O tempo médio do Exame 1 é estatisticamente menor que o tempo médio do Exame 3.
Exame 1 <i>Versus</i> Exame 4	0,000000 (Aprox. zero)	Há diferença estatística significativa	O tempo médio do Exame 1 é estatisticamente menor que o tempo médio do Exame 4.
Exame 2 <i>Versus</i> Exame 3	0,000000 (Aprox. zero)	Há diferença estatística significativa	O tempo médio do Exame 2 é estatisticamente menor que o tempo médio do Exame 3.
Exame 2 <i>Versus</i> Exame 4	0,000289	Há diferença estatística significativa	O tempo médio do Exame 2 é estatisticamente menor que o tempo médio do Exame 4.
Exame 3 <i>Versus</i> Exame 4	0,000000 (Aprox. zero)	Há diferença estatística significativa	O tempo médio do Exame 3 é estatisticamente maior que o tempo médio do Exame 4.

**Fonte:** Acervo pessoal do pesquisador

\*Valores de *p-value* menores do que o nível de significância adotado de 0,05 (ou 5%) significa que há diferença significativa entre os estratos. Para os valores de *p-value* maiores do que o nível de significância adotado de 0,05 (ou 5%) significa que não há diferença significativa entre os estratos.

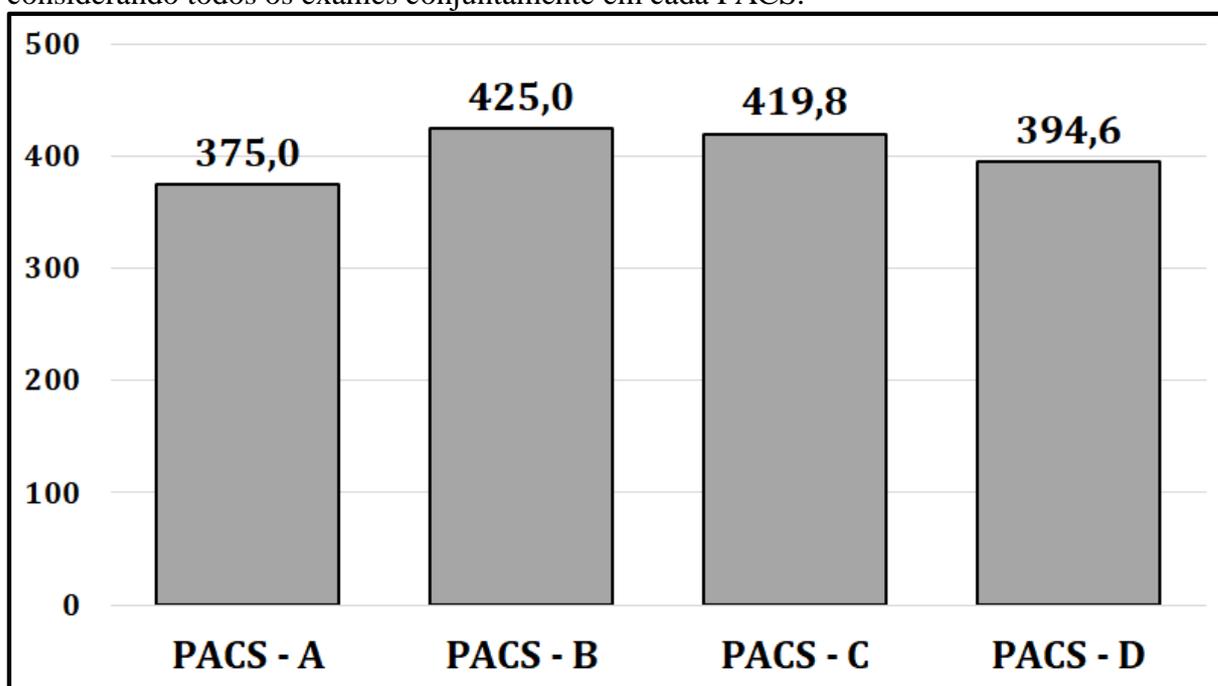
Baseado nos resultados apresentados na Tabela 03 podemos afirmar que:

- Há diferença estatística significativa entre todos os exames, no que tange o tempo para a interpretação dos exames.

- O tempo despendido para a definição do laudo referente ao exame 3 é cinco vezes maior que o tempo despendido para a definição do laudo referente ao exame 1 e o dobro do tempo despendido para a definição do laudo do exame 4.
- O tempo despendido para a definição do laudo referente ao exame 2, por sua vez, é cerca de 1,6 vezes maior (60% maior) do que o tempo de definição do exame 1.

A Figura 05 apresenta o tempo total médio despendido (em segundos) para a interpretação dos exames considerando todos os exames conjuntamente em cada PACS.

**FIGURA 5** - Tempo total médio despendido (em segundos) para a interpretação dos exames considerando todos os exames conjuntamente em cada PACS.



Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

A Figura 05 sugere que os tempos médios despendidos para a interpretação dos exames considerando todos os exames conjuntamente são parecidos para os quatro visualizadores.

Com o objetivo de confirmar (ou não) a diferença significativa entre os tempos médios nos PACS, a Tabela 04 apresenta os diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico *T-student* para comparação entre os visualizadores quanto aos tempos de interpretação dos exames, considerando todos os exames conjuntamente, a um nível de significância de 5%.

**TABELA 4** - Diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico T-student para comparação entre os visualizadores quanto aos tempos de interpretação dos exames, considerando todos os exames conjuntamente.

Comparação	<i>P-value</i> *	Diagnóstico do Teste Estatístico	Conclusão
PACS–A <i>Versus</i> PACS–B	0,1586	Não há diferença estatística significativa	O tempo médio para a interpretação dos exames realizados no PACS-A é estatisticamente igual ao tempo médio do PACS-B.
PACS–A <i>Versus</i> PACS–C	0,2466	Não há diferença estatística significativa	O tempo médio para a interpretação dos exames realizados no PACS-A é estatisticamente igual ao tempo médio do PACS-C.
PACS–A <i>Versus</i> PACS–D	0,3737	Não há diferença estatística significativa	O tempo médio para a interpretação dos exames realizados no PACS-A é estatisticamente igual ao tempo médio do PACS-D.
PACS–B <i>Versus</i> PACS–C	0,4614	Não há diferença estatística significativa	O tempo médio para a interpretação dos exames realizados no PACS-B é estatisticamente igual ao tempo médio do PACS-C.
PACS–B <i>Versus</i> PACS–D	0,2708	Não há diferença estatística significativa	O tempo médio para a interpretação dos exames realizados no PACS-B é estatisticamente igual ao tempo médio do PACS-D.
PACS–C <i>Versus</i> PACS–D	0,3503	Não há diferença estatística significativa	O tempo médio para a interpretação dos exames realizados no PACS-C é estatisticamente igual ao tempo médio do PACS-D.

**Fonte:** Acervo pessoal do pesquisador

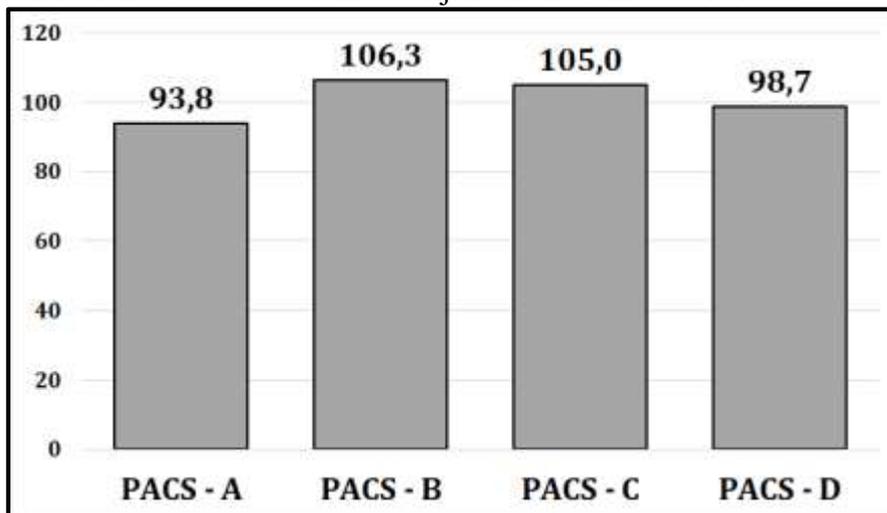
\*Valores de *p-value* menores do que o nível de significância adotado de 0,05 (ou 5%) significa que há diferença significativa entre os estratos. Para os valores de *p-value* maiores do que o nível de significância adotado de 0,05 (ou 5%) significa que não há diferença significativa entre os estratos.

Verificamos a partir dos resultados dos testes apresentados na Tabela 04, que não há diferença estatística significativa entre os tempos totais médios despendidos (em segundos) para a interpretação dos exames considerando todos os exames conjuntamente em cada PACS. Em outras palavras, o tempo despendido para o laudo dos quatro exames é estatisticamente igual para os quatro visualizadores.

A Figura 06 apresenta o tempo médio despendido (em segundos) para a interpretação dos exames considerando todos os exames conjuntamente em cada PACS, e a Tabela 05 apresenta os diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico *T-student* para comparação entre

os visualizadores quanto aos tempos médios de interpretação dos exames conjuntamente, assumindo um nível de significância de 5%.

**FIGURA 6** - Tempo médio despendido (em segundos) para a interpretação dos exames considerando todos os exames conjuntamente em cada PACS.



Fonte: acervo da pesquisa.

**TABELA 5** - Diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico T-student para comparação entre os visualizadores quanto aos tempos médios de interpretação dos exames conjuntamente.

Comparação	<i>P-value</i> *	Diagnóstico do Teste Estatístico	Conclusão
PACS-A Versus PACS-B	0,2860	Não há diferença estatística significativa	O tempo médio para a interpretação dos exames realizados no PACS-A é estatisticamente igual ao tempo médio do PACS-B.
PACS-A Versus PACS-C	0,3103	Não há diferença estatística significativa	O tempo médio para a interpretação dos exames realizados no PACS-A é estatisticamente igual ao tempo médio do PACS-C.
PACS-A Versus PACS-D	0,4160	Não há diferença estatística significativa	O tempo médio para a interpretação dos exames realizados no PACS-A é estatisticamente igual ao tempo médio do PACS-D.
PACS-B Versus PACS-C	0,4761	Não há diferença estatística significativa	O tempo médio para a interpretação dos exames realizados no PACS-B é estatisticamente igual ao tempo médio do PACS-C.
PACS-B Versus PACS-D	0,3663	Não há diferença estatística significativa	O tempo médio para a interpretação dos exames realizados no PACS-B é estatisticamente igual ao tempo médio do PACS-D.
PACS-C Versus PACS-D	0,3909	Não há diferença estatística significativa	O tempo médio para a interpretação dos exames realizados no PACS-C é estatisticamente igual ao tempo médio do PACS-D.

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

\*Valores de *p-value* menores do que o nível de significância adotado de 0,05 (ou 5%) significa que há diferença significativa entre os estratos. Para os valores de *p-value* maiores do que o nível de significância adotado de 0,05 (ou 5%) significa que não há diferença significativa entre os estratos.

Verificamos a partir dos resultados dos testes apresentados na Tabela 05, que não há diferença estatística significativa entre os tempos médios despendidos (em segundos) para a interpretação dos exames considerando todos os exames conjuntamente em cada PACS. Em outras palavras, o tempo médio despendido para cada exame é estatisticamente igual para os quatro visualizadores.

Apresentamos na Tabela 06 as medidas descritivas do tempo despendido para a interpretação dos exames (em segundos) de acordo com cada usuário e considerando cada PACS.

**TABELA 6** - Medidas descritivas do tempo despendido para a interpretação dos exames (em segundos) de acordo com cada usuário e considerando cada PACS.

<b>PACS - A</b>					
Medidas Descritivas	Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4	Usuário 5
Tempo Mínimo	48	37	34	24	25
Tempo Máximo	303	201	95	194	165
Tempo Médio	126,5	95,5	64,3	99,5	83,0
Desvio-Padrão	119,2	72,3	33,3	73,9	64,0
Coefficiente de Variação	94,2%	75,7%	51,8%	74,3%	77,1%
<b>PACS - B</b>					
Medidas Descritivas	Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4	Usuário 5
Tempo Mínimo	57	30	44	42	55
Tempo Máximo	209	193	153	232	237
Tempo Médio	108,3	108,3	87,5	108,5	118,8
Desvio-Padrão	69,3	75,7	50,1	87,7	81,1
Coefficiente de Variação	64,1%	69,9%	57,3%	80,9%	68,3%
<b>PACS - C</b>					
Medidas Descritivas	Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4	Usuário 5
Tempo Mínimo	61	15	26	34	49
Tempo Máximo	199	150	210	227	229
Tempo Médio	139,0	65,8	100,8	108,0	111,3
Desvio-Padrão	58,9	59,9	80,0	85,2	80,6
Coefficiente de Variação	42,4%	91,0%	79,5%	78,8%	72,5%
<b>PACS - D</b>					
Medidas Descritivas	Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4	Usuário 5

Tempo Mínimo	63	30	22	29	29
Tempo Máximo	262	172	107	221	242
Tempo Médio	125,3	82,8	66,8	105,8	112,8
Desvio-Padrão	91,9	63,3	43,5	90,2	90,9
Coefficiente de Variação	73,4%	76,5%	65,2%	85,3%	80,6%

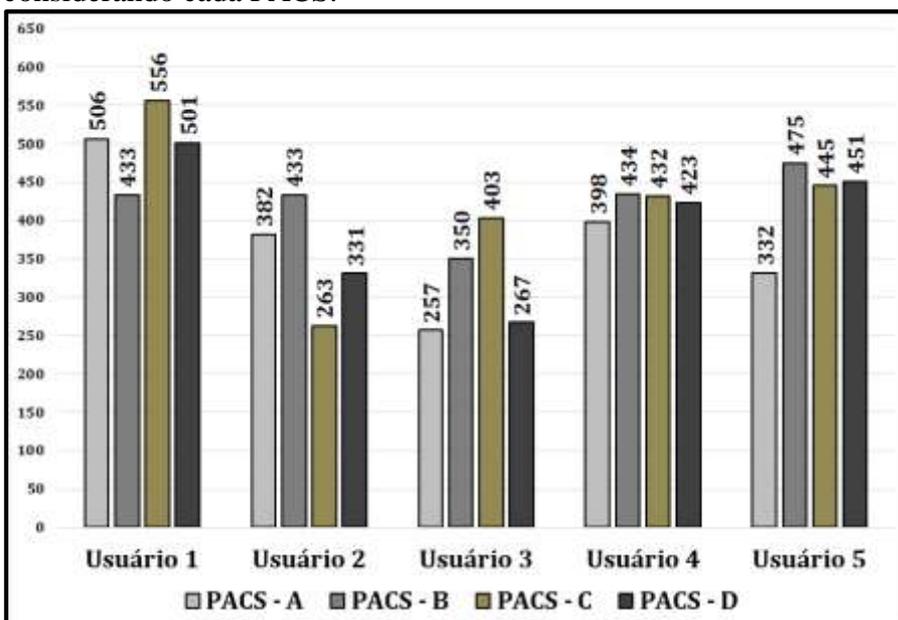
Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

De acordo com as medidas descritivas apresentadas na Tabela 06, podemos notar que o usuário 1 apresentou o maior tempo médio despendido para a interpretação dos exames (em segundos) em três visualizadores: PACS-A, PACS-C e PACS-D. Quanto ao PACS-B, o maior tempo médio despendido foi obtido pelo usuário 5. Em contrapartida, o usuário 3 apresentou o menor tempo médio despendido para a interpretação dos exames nos visualizadores PACS-A, PACS-B e PACS-D. Quanto ao PACS-C, o menor tempo médio foi obtido pelo usuário 2.

No que diz respeito a variabilidade do tempo despendido para a interpretação dos exames, o usuário 1 apresentou a maior variabilidade no PACS-A, o usuário 4 nos PACS-B e PACS-D, e o usuário 2 no PACS-C. Por outro lado, o usuário 3 apresentou a menor variabilidade nos PACS-A, PACS-B e PACS-D. Quanto ao PACS-C, a menor variabilidade no tempo foi obtida pelo usuário 1.

A Figura 07 apresenta o tempo total médio despendido (em segundos) de acordo com cada usuário e considerando cada PACS.

**FIGURA 7** - Tempo total médio despendido (em segundos) de acordo com cada usuário e considerando cada PACS.



Fonte: acervo da pesquisa.

A Tabela 07 apresenta as medidas descritivas do grau de satisfação atribuídas pelos usuários às ferramentas dos visualizadores. A legenda das ferramentas dos visualizadores está descrita no Quadro 04 abaixo:

**QUADRO 4** - Legenda das ferramentas dos visualizadores.

Ferramenta	Notação	Descrição
1	<b>F1</b>	Design da tela inicial
2	<b>F2</b>	Velocidade na abertura dos exames
3	<b>F3</b>	Troca de séries no exame
4	<b>F4</b>	Troca de imagens dentro da série
5	<b>F5</b>	Janelamento
6	<b>F6</b>	Zoom
7	<b>F7</b>	Deslocamento
8	<b>F8</b>	Medida linear
9	<b>F9</b>	Medida de densidade
10	<b>F10</b>	Reconstrução Multiplanar (MPR)
11	<b>F11</b>	Facilidade de uso
12	<b>F12</b>	Nota geral da experiência com o visualizador

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

**TABELA 7** - Medidas descritivas do grau de satisfação atribuídas pelos usuários às ferramentas dos visualizadores.

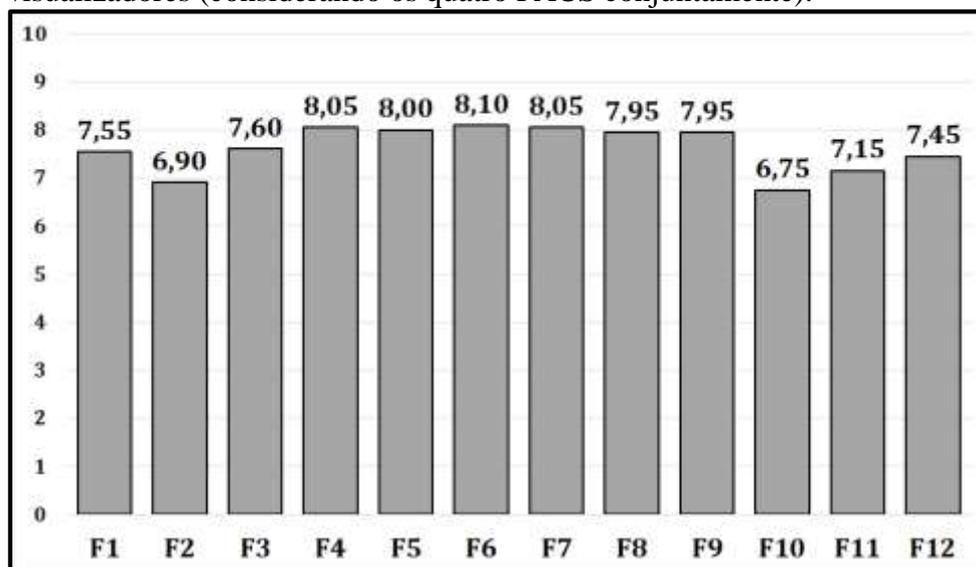
Medidas Descritivas	Resultados associadas às ferramentas do PACS - A											
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Nota Mínima	7	4	7	7	7	8	8	5	5	1	5	5
Nota Máxima	8	9	9	9	9	10	10	9	9	8	8	8
Nota Média	7,60	6,60	7,80	8,20	8,40	8,80	8,80	6,80	7,40	5,40	6,40	6,80
Desvio Padrão	0,55	2,07	0,84	0,84	0,89	0,84	0,84	1,79	1,52	2,70	1,34	1,30
Coefficiente Variação	7,2%	31,4%	10,7%	10,2%	10,6%	9,5%	9,5%	26,3%	20,5%	50,0%	21,0%	19,2%
Medidas Descritivas	Resultados associadas às ferramentas do PACS - B											
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Nota Mínima	6	5	5	7	4	4	4	6	7	5	5	6
Nota Máxima	8	9	8	9	9	8	9	9	9	8	9	9
Nota Média	7,20	7,60	6,40	8,00	7,20	7,00	7,20	8,00	8,20	6,80	6,80	7,40
Desvio Padrão	0,84	1,67	1,52	0,71	1,92	1,73	1,92	1,22	0,84	1,30	1,64	1,34
Coefficiente Variação	11,6%	22,0%	23,7%	8,8%	26,7%	24,7%	26,7%	15,3%	10,2%	19,2%	24,2%	18,1%
Medidas	Resultados associadas às ferramentas do PACS - C											

Descritivas	F1	F2	F1	F4	F1	F6	F1	F8	F1	F10	F1	F12
Nota Mínima	6	3	5	6	7	7	6	7	7	5	5	6
Nota Máxima	9	9	10	10	9	10	9	9	9	10	9	9
Nota Média	7,20	6,20	8,20	8,00	8,00	8,20	8,00	8,20	8,20	7,40	7,00	7,40
Desvio Padrão	1,30	2,28	1,92	1,58	0,71	1,10	1,22	0,84	0,84	1,95	1,58	1,14
Coefficiente Variação	18,1%	36,8%	23,5%	19,8%	8,8%	13,4%	15,3%	10,2%	10,2%	26,3%	22,6%	15,4%
Medidas Descritivas	Resultados associadas às ferramentas do PACS - D											
	F1	F2	F1	F4	F1	F6	F1	F8	F1	F10	F1	F12
Nota Mínima	7	3	7	7	7	7	6	8	7	6	7	7
Nota Máxima	9	9	9	9	9	9	10	10	9	9	10	9
Nota Média	8,20	7,20	8,00	8,00	8,40	8,40	8,20	8,80	8,00	7,40	8,40	8,20
Desvio Padrão	0,84	2,49	0,71	0,71	0,89	0,89	1,48	0,84	1,00	1,14	1,14	0,84
Coefficiente Variação	10,2%	34,6%	8,8%	8,8%	10,6%	10,6%	18,1%	9,5%	12,5%	15,4%	13,6%	10,2%

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

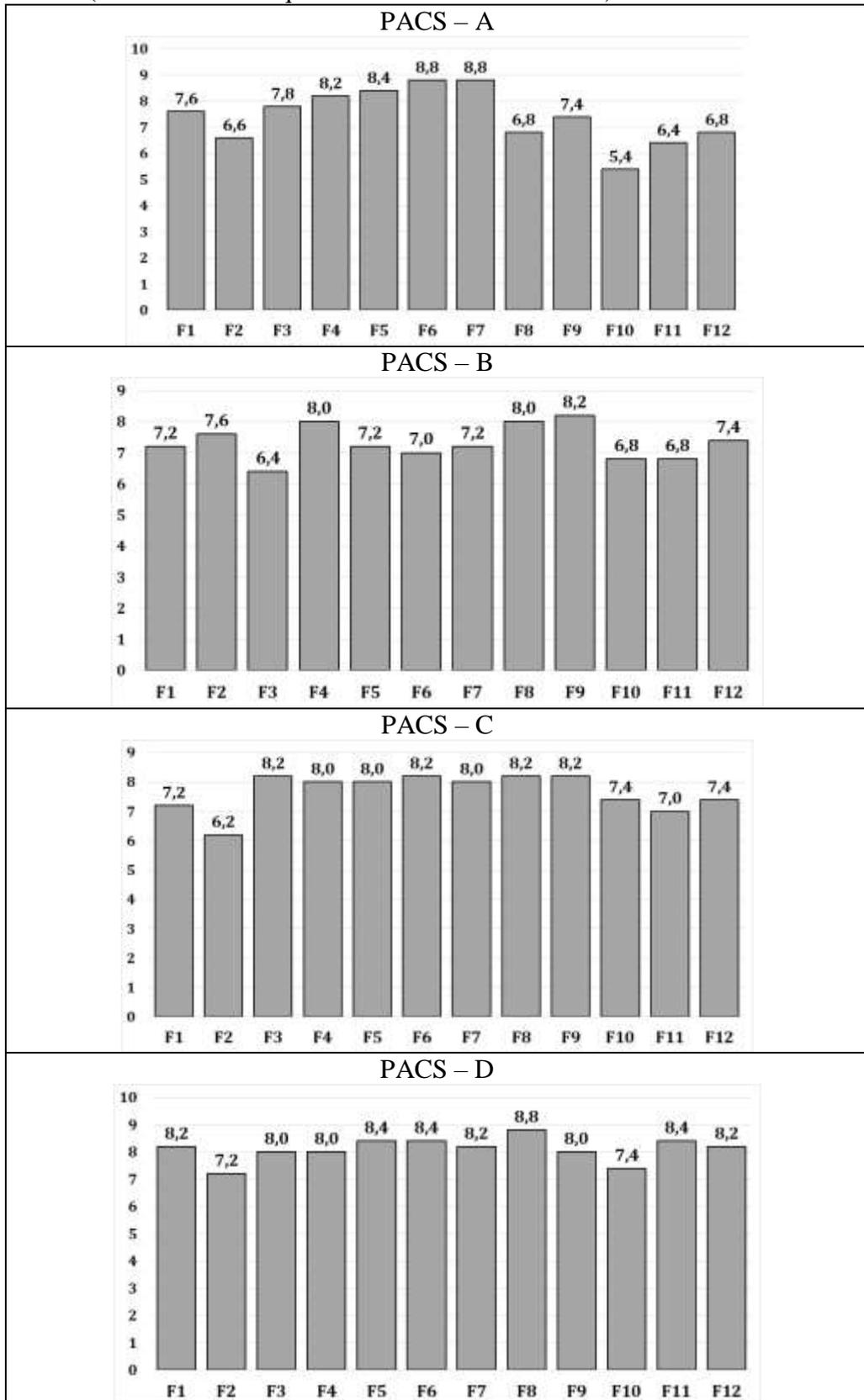
A partir das medidas descritivas apresentadas na Tabela 07, apresentamos na Figura 08 a nota média geral do grau de satisfação dos usuários com as ferramentas dos visualizadores considerando os quatro PACS conjuntamente.

**FIGURA 8** - Nota média geral do grau de satisfação dos usuários com as ferramentas dos visualizadores (considerando os quatro PACS conjuntamente).



Fonte: acervo da pesquisa

**FIGURA 9** - Nota média do grau de satisfação dos usuários com as ferramentas dos visualizadores (considerando os quatro PACS individualmente).



Fonte: acervo da pesquisa

A Figura 08 sugere que as ferramentas 4, 5, 6, 7, 8 e 9 possuem o maior grau de satisfação além de serem semelhantes entre si. Em seguida temos as ferramentas F1, F11 e F12. Por fim, com os menores graus de satisfação temos as ferramentas F2 e F10.

A Figura 09 apresenta a nota média do grau de satisfação dos usuários com as ferramentas dos visualizadores considerando os quatro PACS individualmente.

**TABELA 8** - Medidas descritivas do grau de satisfação atribuídas pelos usuários considerando todas as ferramentas dos visualizadores conjuntamente, categorizadas por usuário.

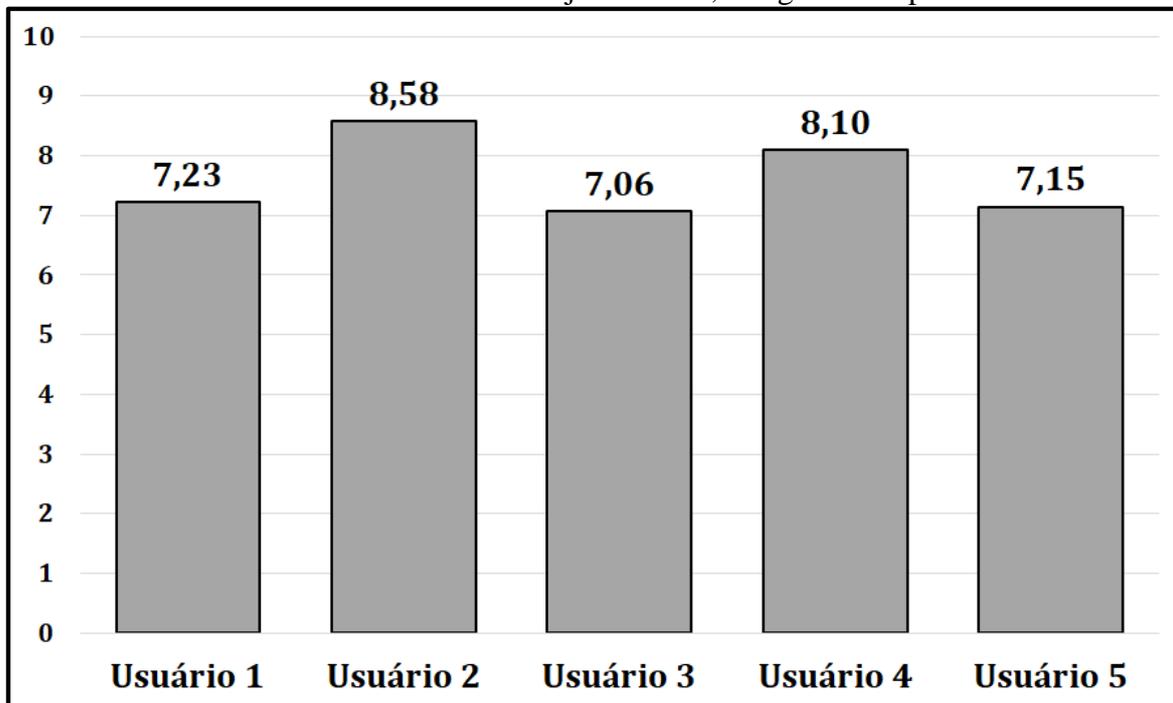
Ferramentas do PACS - A					
Medidas Descritivas	Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4	Usuário 5
Nota Mínima	1	7	4	5	6
Nota Máxima	8	9	8	9	10
Nota Média	6,58	8,33	6,25	7,42	8,50
Desvio-Padrão	2,11	0,78	1,36	1,38	1,09
Coefficiente de Variação	32,0%	9,3%	21,7%	18,6%	12,8%
Ferramentas do PACS - B					
Medidas Descritivas	Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4	Usuário 5
Nota Mínima	6	6	5	7	4
Nota Máxima	9	9	8	9	8
Nota Média	7,75	8,00	6,92	8,08	5,83
Desvio-Padrão	0,87	1,21	1,24	0,67	1,59
Coefficiente de Variação	11,2%	15,1%	17,9%	8,3%	27,2%
Ferramentas do PACS - C					
Medidas Descritivas	Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4	Usuário 5
Nota Mínima	5	7	5	5	3
Nota Máxima	8	10	9	9	9
Nota Média	6,92	9,17	7,25	7,75	7,25
Desvio-Padrão	1,16	0,83	1,14	1,36	1,60
Coefficiente de Variação	16,8%	9,1%	15,7%	17,5%	22,1%
Ferramentas do PACS - D					
Medidas Descritivas	Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4	Usuário 5
Nota Mínima	6	8	7	9	3
Nota Máxima	9	10	8	10	9
Nota Média	7,67	8,83	7,83	9,17	7,00

Desvio-Padrão	0,98	0,58	0,39	0,39	1,41
Coefficiente de Variação	12,8%	6,5%	5,0%	4,2%	20,2%

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

A partir das medidas descritivas apresentadas na Tabela 08, a Figura 08 apresenta a nota média geral do grau de satisfação atribuídas pelos usuários considerando todas as ferramentas dos visualizadores conjuntamente, categorizadas por usuário.

**FIGURA 10** - Nota média geral do grau de satisfação atribuídas pelos usuários considerando todas as ferramentas dos visualizadores conjuntamente, categorizadas por usuário.



Fonte: acervo da pesquisa

A Figura 10 sugere que os usuários 1, 3 e 5 têm aproximadamente o mesmo grau de satisfação com as ferramentas dos visualizadores. O mesmo ocorre com os usuários 2 e 4, porém com um grau de satisfação maior do que os outros.

Com o objetivo de confirmar (ou não) a diferença significativa entre as notas médias gerais do grau de satisfação dos usuários, a Tabela 09 apresenta os diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico *T-student* para comparação entre os usuários, a um nível de significância de 5%.

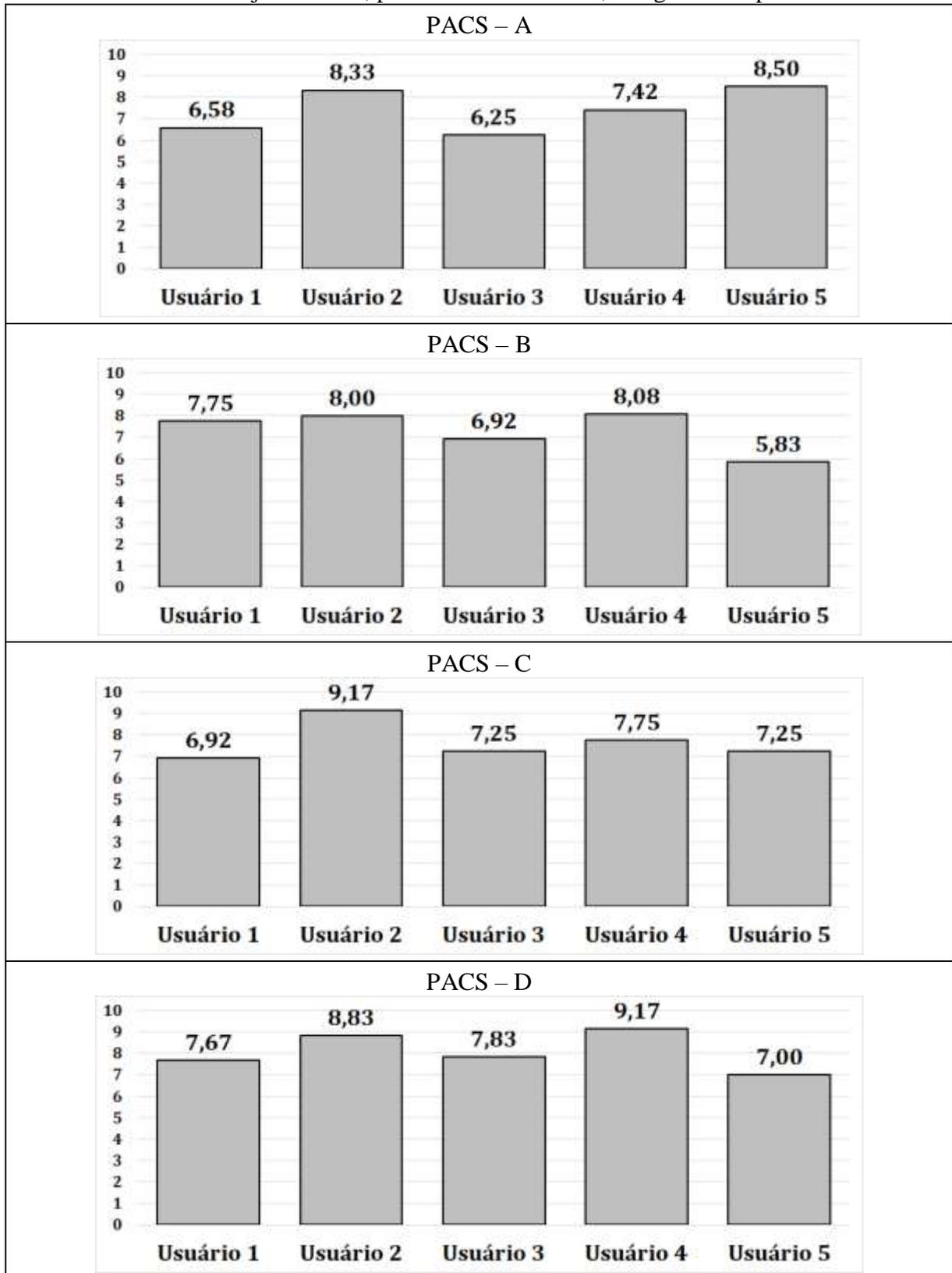
**TABELA 9** - Diagnósticos obtidos por meio do teste estatístico T-student para comparação do grau de satisfação com as ferramentas, entre os usuários, considerando todos os visualizadores conjuntamente.

Comparação	<i>P-value</i> *	Diagnóstico do Teste Estatístico	Conclusão
Usuário 1 <i>Versus</i> Usuário 2	0,0000	Há diferença estatística significativa	A nota média atribuída aos PACS pelo usuário 1 é estatisticamente menor do que a nota média atribuída pelo usuário 2.
Usuário 1 <i>Versus</i> Usuário 3	0,2685	Não há diferença estatística significativa	A nota média atribuída aos PACS pelo usuário 1 é estatisticamente igual a nota média atribuída pelo usuário 3.
Usuário 1 <i>Versus</i> Usuário 4	0,0008	Há diferença estatística significativa	A nota média atribuída aos PACS pelo usuário 1 é estatisticamente maior do que a nota média atribuída pelo usuário 4.
Usuário 1 <i>Versus</i> Usuário 5	0,3970	Não há diferença estatística significativa	A nota média atribuída aos PACS pelo usuário 1 é estatisticamente igual a nota média atribuída pelo usuário 5.
Usuário 2 <i>Versus</i> Usuário 3	0,0000	Há diferença estatística significativa	A nota média atribuída aos PACS pelo usuário 2 é estatisticamente maior do que a nota média atribuída pelo usuário 3.
Usuário 2 <i>Versus</i> Usuário 4	0,0171	Há diferença estatística significativa	A nota média atribuída aos PACS pelo usuário 2 é estatisticamente maior do que a nota média atribuída pelo usuário 4.
Usuário 2 <i>Versus</i> Usuário 5	0,0000	Há diferença estatística significativa	A nota média atribuída aos PACS pelo usuário 2 é estatisticamente maior do que a nota média atribuída pelo usuário 5.
Usuário 3 <i>Versus</i> Usuário 4	0,0000	Há diferença estatística significativa	A nota média atribuída aos PACS pelo usuário 3 é estatisticamente menor do que a nota média atribuída pelo usuário 4.
Usuário 3 <i>Versus</i> Usuário 5	0,3908	Não há diferença estatística significativa	A nota média atribuída aos PACS pelo usuário 3 é estatisticamente igual a nota média atribuída pelo usuário 5.
Usuário 4 <i>Versus</i> Usuário 5	0,0009	Há diferença estatística significativa	A nota média atribuída aos PACS pelo usuário 4 é estatisticamente maior do que a nota média atribuída pelo usuário 5.

**Fonte:** Acervo pessoal do pesquisador

\*Valores de *p-value* menores do que o nível de significância adotado de 0,05 (ou 5%) significa que há diferença significativa entre os estratos. Para os valores de *p-value* maiores do que o nível de significância adotado de 0,05 (ou 5%) significa que não há diferença significativa entre os estratos.

**FIGURA 11** - Nota média geral do grau de satisfação atribuídas pelos usuários considerando todas as ferramentas conjuntamente, para cada visualizador, categorizadas por usuário.



Fonte: acervo da pesquisa

Verificamos a partir dos resultados da Tabela 9 que o usuário 2 apresentou o maior grau de satisfação dentre os cinco usuários, seguido pelo usuário 4. Os usuários 1, 3 e 5 estão tecnicamente empatados no grau de satisfação com as ferramentas considerando todos os visualizadores conjuntamente. Em outras palavras, estes três usuários têm estatisticamente o mesmo grau médio de satisfação com as ferramentas dos PACS.

A Figura 11 apresenta a nota média geral do grau de satisfação atribuídas pelos usuários considerando todas as ferramentas conjuntamente, para cada visualizador, categorizadas por usuário.

Doravante apresentamos a análise de correlação entre as variáveis estudadas nesta pesquisa por meio dos resultados apresentados nas Tabelas 10, 11, 12 e 13.

A Tabela 10 apresenta a matriz de correlação entre os tempos para interpretação dos exames. O objetivo foi verificar se o tempo para se definir o laudo de um exame qualquer está correlacionado com o tempo para se definir qualquer outro exame.

A Tabela 11 apresenta a correlação entre os exames e as demais variáveis da pesquisa, com o intuito de verificar se o tempo para se definir o laudo de um exame qualquer não está correlacionado com qualquer outra variável da pesquisa.

A Tabela 12 apresenta a matriz de correlação entre as ferramentas dos visualizadores afim de verificar se o grau de satisfação dos usuários com uma determinada ferramenta está ou não correlacionado com o grau de satisfação com qualquer outra ferramenta.

A Tabela 13 apresenta a correlação entre a satisfação geral com os visualizadores e as demais variáveis da pesquisa.

**TABELA 10** - Matriz de correlação entre os tempos para interpretação dos exames.

	Exame 1	Exame 2	Exame 3	Exame 4
Exame 1	1,00	0,39	0,43	0,16
Exame 2		1,00	0,23	0,10
Exame 3			1,00	-0,13
Exame 4				1,00

**Fonte:** Acervo pessoal do pesquisador

A partir dos valores de correlação apresentados na Tabela 10, verificamos que não há correlação entre os tempos despendidos para a interpretação dos exames. Em outras palavras,

o tempo para se interpretar um exame qualquer não está correlacionado com o tempo para se interpretar qualquer outro exame.

**TABELA 11** - Correlação entre o tempo para interpretação dos exames e as demais variáveis da pesquisa.

Tempo para definição dos exames	Idade	Tempo Graduação em Medicina	Tempo de Trabalho		Tempo de Trabalho com PACS				Grau de Facilidade na Interação com Computadores	
			Como Radiologista	No Centro de Imagem	PACS Geral	A	B	C		D
Exame 1	0,24	0,23	0,31	0,32	0,30	0,14	-0,14	-0,33	0,14	0,25
Exame 2	0,37	0,36	0,42	0,42	0,42	0,28	-0,28	-0,45	0,28	0,26
Exame 3	0,26	0,28	0,37	0,51	0,57	0,19	-0,19	-0,35	0,19	0,31
Exame 4	0,09	0,11	0,15	0,22	0,17	0,18	-0,18	-0,05	0,18	-0,26

**Fonte:** Acervo pessoal do pesquisador

As maiores correlações obtidas foram:

- Entre o exame 3 e o tempo de trabalho no CDI ( $r_{XY} = 0,51$ ).
- Entre o exame 3 e o tempo de trabalho com PACS-Geral ( $r_{XY} = 0,57$ ).

Tais resultados sugerem indícios de que quanto maior o tempo de trabalho no CDI ou quanto maior o tempo de trabalho no PACS-Geral, maior será o tempo para interpretação associada ao exame 3.

De acordo com os valores apresentados na Tabela 12, há uma forte correlação positiva entre as ferramentas F5 (Janelamento), F6 (Zoom) e F7 (Deslocamento). Isso significa que quanto maior a satisfação com a ferramenta F5, maior a satisfação com as outras duas.

Além disso, há uma forte correlação positiva entre as ferramentas F8 (Medida linear), F9 (Medida de densidade) e F12 (Nota geral da experiência com o visualizador). Isso implica que quanto maior a satisfação com a ferramenta F8, maior a satisfação com as outras duas.

Finalmente, observamos uma forte correlação positiva entre as ferramentas F11 (Facilidade de uso) e F12 (Nota geral da experiência com o visualizador), o que significa que quanto maior a satisfação com a ferramenta F11, maior a satisfação com a Ferramenta 12.

**TABELA 12** - Matriz de correlação entre as ferramentas\*.

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>F6</b>	<b>F7</b>	<b>F8</b>	<b>F9</b>	<b>F10</b>	<b>F11</b>	<b>F12</b>
<b>F1</b>	1,00	0,55	0,17	0,26	0,23	0,34	0,10	0,23	0,35	0,02	0,49	0,38
<b>F2</b>		1,00	0,09	0,19	0,30	0,12	0,00	0,34	0,51	0,09	0,47	0,60
<b>F3</b>			1,00	0,29	0,49	0,54	0,29	0,23	0,06	0,37	0,63	0,51
<b>F4</b>				1,00	0,60	0,56	0,62	0,21	0,21	0,50	0,39	0,49
<b>F5</b>					1,00	<b>0,87</b>	<b>0,70</b>	0,48	0,29	0,36	0,54	0,66
<b>F6</b>						1,00	0,68	0,36	0,24	0,29	0,55	0,52
<b>F7</b>							1,00	0,33	0,14	0,39	0,26	0,33
<b>F8</b>								1,00	<b>0,74</b>	0,64	0,54	<b>0,73</b>
<b>F9</b>									1,00	0,62	0,27	0,52
<b>F10</b>										1,00	0,34	0,58
<b>F11</b>											1,00	<b>0,86</b>
<b>F12</b>												1,00

Fonte: Acervo pessoal do pesquisador

\*Legenda:

- F1:** Design da tela inicial
- F2:** Velocidade na abertura dos exames
- F3:** Troca de séries no exame
- F4:** Troca de imagens dentro da série
- F5:** Janelamento
- F6:** Zoom
- F7:** Deslocamento
- F8:** Medida linear
- F9:** Medida de densidade
- F10:** Reconstrução Multiplanar (MPR)
- F11:** Facilidade de uso
- F12:** Nota geral da experiência com o visualizador

As demais correlações duas-a-duas ferramentas foram consideradas nulas nesta pesquisa, isto é, assumimos inexistente.

A Tabela 13 apresenta a correlação entre a satisfação geral com os visualizadores e as demais variáveis da pesquisa.

**TABELA 13** - Correlação entre a satisfação geral com os visualizadores e as demais variáveis da pesquisa.

	Idade	Tempo Graduação em Medicina	Tempo de Trabalho		Tempo de Trabalho com PACS				Grau de Facilidade na Interação com Computadores	
			Como Radiologista	No CDI	PACS Geral	A	B	C		D
Satisfação Geral com os Visualizadores	-0,87	-0,84	-0,72	-0,41	-0,43	-0,79	0,79	0,84	-0,79	-0,17

**Fonte:** Acervo pessoal do pesquisador

À luz dos valores dos coeficientes de correlação apresentados na Tabela 13, constatamos que:

- Há uma forte correlação negativa entre a idade dos usuários e a satisfação geral com os visualizadores. Em outras palavras, quanto maior a idade do usuário, menor a satisfação com os visualizadores.
- Há uma forte correlação negativa entre o tempo de graduação em medicina dos usuários e a satisfação geral com os visualizadores. Em outras palavras, quanto maior o tempo de graduação do usuário, menor a satisfação com os visualizadores.
- Há uma forte correlação negativa entre o tempo de trabalho como radiologista e a satisfação geral com os visualizadores. Em outras palavras, quanto maior o tempo de trabalho como radiologista, menor a satisfação com os visualizadores.
- Há uma forte correlação negativa entre o tempo de trabalho como radiologista e a satisfação geral com os visualizadores. Em outras palavras, quanto maior o tempo de trabalho como radiologista, menor a satisfação com os visualizadores.
- Há uma forte correlação negativa entre o tempo de trabalho com o visualizador PACS-A e a satisfação geral com os visualizadores. Em outras palavras, quanto maior o tempo de trabalho com o PACS-A, menor a satisfação com os visualizadores.
- Há uma forte correlação positiva entre o tempo de trabalho com o visualizador PACS-B e a satisfação geral com os visualizadores. Em outras palavras, quanto maior o tempo de trabalho com o PACS-B, maior a satisfação com os visualizadores.
- Há uma forte correlação positiva entre o tempo de trabalho com o visualizador PACS-C e a satisfação geral com os visualizadores. Em outras palavras, quanto maior o tempo de trabalho com o PACS-C, maior a satisfação com os visualizadores.

- Há uma forte correlação negativa entre o tempo de trabalho com o visualizador PACS-D e a satisfação geral com os visualizadores. Em outras palavras, quanto maior o tempo de trabalho com o PACS-D, menor a satisfação com os visualizadores.

As demais correlações foram consideradas nulas nesta pesquisa, isto é, assumimos inexistente.

## 6 DISCUSSÃO

Pesquisas anteriores trazem avaliações de PACS, entre elas, a de Jorritsma (2014), propôs uma metodologia de avaliação de usabilidade baseada em tarefas, para produzir dados subjetivos de preferência individual (grau de satisfação com o display da barra de ferramentas, facilidade de operação, etc.) e dados objetivos de desempenho (tempo de abertura de exames, mensuração de lesões, etc.) de radiologistas interagindo com o PACS, para garantir a seleção daquele com a melhor qualidade total.

Uma avaliação de usabilidade de PACS foi realizada pelo mesmo autor supracitado (2016) baseado em dados de registros de interação do usuário. Detectou alguns problemas, como: protocolos de exibição que não funcionam adequadamente; a ferramenta de medição de linha permanecia ativa até que outra ferramenta fosse selecionada, em vez de desativada após o uso; a funcionalidade 3D não permitia que os usuários executassem efetivamente certas tarefas relacionadas a 3D; os usuários subutilizaram as possibilidades de personalização do PACS.

Neste estudo a nossa proposta foi avaliar especificamente os visualizadores de PACS, pois é a interface do sistema que tem maior interação com o usuário principal, o médico radiologista. Foram escolhidos os 4 exames mais representativos de um turno de trabalho do radiologista e, na interpretação destes exames, também foram selecionadas as ferramentas que são as mais utilizadas neste processo. Tudo isto com o objetivo de montar os cenários do experimento o mais próximo possível da rotina de trabalho num centro de diagnóstico por imagem, esperando-se assim resultados que melhor retratem o processo de interpretação dos exames neste ambiente.

Tendo em vista que a qualidade da interação entre os radiologistas e a estação de trabalho é afetada tanto pelo software PACS quanto pelo hardware, utilizamos uma única estação de trabalho, o que significa que nossos resultados refletiram apenas diferenças no software, pois é o que nos propusemos a avaliar.

Após a aplicação do protocolo para avaliação de visualizadores dos PACS e apresentação dos resultados obtidos, destacamos as reflexões a seguir.

Analisando-se o que foi constatado na Tabela 02 e Figs. 01 e 02, salienta-se que o menor tempo para concluir as ações do exame 1 já era esperado, pois nele há uma única imagem para ser avaliada. No exame 2 são 4 imagens e por isto já se esperava que o tempo gasto seria o segundo maior. Já no exame 3 são 7 séries e 2.050 imagens para serem avaliadas, assim como no cenário há mais ações para serem realizadas, por isto o maior tempo de todos. O exame 4

contém 13 séries e 601 imagens, entretanto as ações a serem realizadas no roteiro são menos complexas que as do exame 3.

O fato de os usuários se mostrarem mais homogêneos no PACS-B no que tange a interpretação do exame 1 (Radiografia de tórax), com menor variabilidade, de 16,1%, pode estar relacionado ao cenário curto, utilizando apenas 3 ferramentas (janelamento, zoom e medida linear), que se encontram bem definidas na barra de ferramentas, sendo facilmente identificáveis por todos os usuários.

Na interpretação do exame 2 (Mamografia), o PACS-C apresentou a maior variabilidade entre os usuários. Isto se deveu, em grande parte pela dificuldade de montar as 4 imagens nas janelas, pois a ferramenta que divide as janelas é pouco intuitiva e consumiu o tempo dos usuários que não conheciam este visualizador ou que não trabalhavam rotineiramente com ele.

No exame 3 (Tomografia Computadorizada de abdome) a variabilidade do tempo entre os usuários para a execução das tarefas do cenário, foi maior no PACS-A, pois alguns usuários tiveram dificuldade de encontrar a ferramenta de reconstrução multiplanar, que tem um ícone pouco intuitivo na barra de ferramentas e um dos usuários simplesmente não conseguiu realizar esta tarefa.

Na avaliação do tempo despendido para a interpretação dos exames, salientamos que os usuários realizaram o experimento com os PACS em ordem diferente, definida no sorteio, assim, os possíveis efeitos da ordem nessas tarefas foram contrabalançados e, portanto, não são prejudiciais à validade dos resultados. Houve este cuidado, pois, segundo Jorritsma (2014) é bastante provável que os efeitos da ordem ocorram, por exemplo, fazendo que participantes encontrem uma lesão mais rápido nos PACS seguintes porque se lembraram de sua localização na sessão com o PACS anterior. Estes efeitos de ordem podem ser positivos ocorrendo quando as interfaces são muito semelhantes, mas também podem ocorrer efeitos negativos se o design das interfaces for muito diferente, como por exemplo, procurar uma ferramenta no local errado com base nas expectativas de uma interface anterior. No nosso estudo, conforme mostra a Figura 03, que considera o tempo total médio despendido para a interpretação dos exames considerando todos os exames conjuntamente em cada PACS, observamos que não houve diferença estatisticamente significativa. Este resultado pode ser reflexo do fato que o estágio de evolução dos PACS atualmente é muito semelhante nas diversas empresas que os comercializam, com poucas diferenças significativas entre eles. Alguns problemas pontuais foram identificados em cada um deles, mas, como no final todos os tiveram, houve um balanceamento natural do tempo gasto para concluir o cenário nos diversos PACS.

Entre estes problemas identificados durante o experimento, detalhamos os mais importantes a seguir.

*PACS A.* Dificuldade para achar a ferramenta MPR por 4 usuários (1,2,3,5) sendo que o usuário 1 não conseguiu achar e não cumpriu este item do cenário. A ferramenta da medida linear, uma vez selecionada fica ativada, impossibilitando o uso de outras ferramentas com o mouse, como passar as imagens, até que seja desativada. O processo de desativação não é fácil, exigindo que se coloque o cursor do mouse em cima da medida e se pressione a tecla delete (Del) no teclado ou usando a tecla de atalho “shift + del”. Quando ativada é também difícil de usar, pois muitas vezes o ponto de medida não se fixa, levando a perda de tempo, principalmente quando há mais de uma medida a ser realizada.

*PACS B.* A ferramenta de zoom é difícil de usar, passando do ponto e dando aumento excessivo, situação que aconteceu várias vezes com o usuário 1. Durante o uso da ferramenta troca rápida, por 2 vezes o cursor do mouse pegou na aba superior da tela e reduziu seu tamanho, situação que aconteceu com o usuário 2. Dificuldade para achar a ferramenta MPR, aconteceu com os usuários 1 e 2. O visualizador travou durante o uso do MPR pelo usuário 2 e teve que ser reiniciado.

*PACS C.* Houve lentidão para carregar o exame. A ferramenta troca rápida pulou as imagens do exame e voltou para o começo da série, situação acontecida com os usuários 2, 4 e 5. Aparece o tempo todo uma mensagem no rodapé da tela indicando que se trata de uma versão de teste, por vezes cobrindo partes essenciais das imagens e prejudicando a interpretação do exame. Ao iniciar o visualizador abre uma única janela que ocupa os 2 monitores e é preciso ajustar as janelas manualmente. A ferramenta de divisão das janelas na tela é confusa, precisando arrastar o mouse para dividir. Usuário 1 não conseguiu dividir a tela, permanecendo com tela única durante todo o experimento. Travou na hora da MPR com o usuário 4, voltou depois de 15 segundos. Demorou para carregar as imagens na MPR, cerca de 20 segundos para entrar o coronal e o mesmo para entrar no sagital. Dificuldade de achar ferramenta de medida pelo usuário 3. Ao realizar as medidas na janela da MPR, também o usuário 3, o cursor continuou ativo e alguns pontos de medida ficaram gravados na tela.

*PACS D.* Imprecisão da ferramenta de medida que pula alguns números e, portanto, não dá a medida real da lesão. Ao abrir a ferramenta MPR o visualizador fica lento. A ferramenta MPR abre uma janela menor que dificulta a visualização dos detalhes das imagens.

Analisando o questionário pós-experimento, constatamos que as ferramentas 4 (troca de imagens), 5 (janelamento), 6 (zoom), 7 (deslocamento), 8 (medida linear) e 9 (medida de densidade) possuem o maior grau de satisfação além de serem semelhantes entre si nas notas.

Isto possivelmente se deve ao fato de serem as ferramentas mais utilizadas no processo de interpretação das imagens para emissão do laudo radiológico e, portanto, mais conhecidas pelos usuários.

No outro extremo, com os menores graus de satisfação temos as ferramentas F2 (velocidade de abertura dos exames) e F10 (MPR). A velocidade de abertura ou carregamento dos exames ainda é um problema comum aos diversos PACS e é influenciada por fatores como o hardware utilizado, configurações da rede, etc. Como foi utilizada a mesma estação de trabalho para todos os PACS, a diferença no grau de satisfação foi devida unicamente ao software de cada PACS. Com relação à ferramenta F10 (MPR), como já exposto anteriormente nesta mesma seção todos os PACS avaliados apresentaram algum tipo de problema relacionado a esta função, desde dificuldade de identificar o ícone na barra de ferramentas, passando por lentidão durante o seu uso e até mesmo travamento, com necessidade de reinicialização. Tudo isto reforça que é uma ferramenta ainda instável nos PACS e necessitando de melhoria por parte dos desenvolvedores.

Chamamos atenção para a nota média geral do item F11 (facilidade de uso) que foi 7,15 (de 10 possível), indicando que na avaliação dos usuários ainda há algum grau de dificuldade na operação dos visualizadores e sugerindo aos desenvolvedores que muito ainda pode ser feito para melhorar as ferramentas disponíveis.

No último item do questionário pós-experimento, a nota geral média da experiência com os visualizadores (F12) foi 7,45, indicando que os usuários não estão totalmente satisfeitos. Novamente chamamos atenção aos desenvolvedores de softwares que muito ainda pode ser melhorado nos visualizadores de PACS para aumentar este nível de satisfação.

Observamos uma forte correlação positiva entre os itens F11 (facilidade de uso) e F12 (nota geral da experiência com o visualizador), ou seja, quanto maior a facilidade de uso, maior a satisfação geral com o visualizador. Como foi o maior valor de correlação (0,86), isto indica que a facilidade na operação é o item mais importantes no grau de satisfação geral do usuário e, portanto, que esforços devem ser feitos no sentido de descomplicar o uso dos visualizadores, tornando seu funcionamento mais simples e intuitivo.

Um fator de confusão em estudos comparativos é a experiência, mas é um fator impossível de ser controlado totalmente. No nosso estudo observamos, nos resultados, algumas associações peculiares entre a experiência com os PACS e algumas variáveis, detalhadas abaixo.

Não houve correlação significativa entre os tempos despendidos para a interpretação dos exames e as demais variáveis da pesquisa. Entretanto, destacamos que as maiores

correlações obtidas foram entre o exame 3 e o tempo de trabalho no CDI ( $r_{XY} = 0,51$ ), e entre o exame 3 e o tempo de trabalho com PACS-Geral ( $r_{XY} = 0,57$ ). Tais resultados sugerem indícios de que quanto maior o tempo de trabalho no CDI ou quanto maior o tempo de trabalho com PACS em geral, maior será o tempo para interpretação do exame 3.

Analisando a correlação entre a satisfação geral com os visualizadores e as demais variáveis da pesquisa, há uma forte correlação negativa entre a idade dos usuários, o tempo de graduação em medicina, o tempo de trabalho como radiologista e o grau de satisfação geral com os visualizadores. Em outras palavras, quanto maior a idade do usuário, maior o tempo de graduação em medicina, maior o tempo de trabalho como radiologista, menor a satisfação com os visualizadores. O maior valor de correlação (0,87) está relacionado à idade. As outras duas variáveis, tempo de graduação em medicina e tempo de trabalho como radiologista tem relação direta com a idade, indicando ser esta a variável principal. Uma possível explicação para esta constatação é que os mais jovens já nasceram num mundo mais tecnológico, com contato mais precoce com dispositivos como computadores, smartphones, etc. e por isto tem mais facilidade na interação com as estações de trabalho e, conseqüentemente maior satisfação nesta interação. Isto vai ao encontro dos resultados do estudo de LEE (2019), que constatou que adultos mais velhos têm menor conforto e menor eficácia no uso dos computadores.

Apesar deste dado não ter sido incluído no desenho inicial deste estudo, relatamos aqui a imensa quantidade de cliques, rolamentos e deslizamentos de mouse que foram observados na análise dos vídeos dos usuários, sobretudo no exame 3 (Tomografia Computadorizada de abdome), por ser este o que tem o maior número de imagens. Esperamos que outros estudos possam ser realizados futuramente contemplando esta situação, tanto no sentido de identificar possíveis conseqüências para a saúde dos radiologistas (tendinopatias? LER / DORT?), como também apontando soluções para o problema e, nesta direção, talvez o uso de comando por voz para acionar ferramentas dos PACS diminuído a carga sobre as mãos e punhos dos usuários.

Assinala-se que a comparação entre os PACS é uma tarefa difícil, uma vez que não há um padrão-ouro que possa servir como parâmetro. Neste estudo observamos que os visualizadores avaliados têm ferramentas funcionais, intuitivas, fáceis de operar em meio a outras pouco intuitivas e de operação mais difícil. Ou seja, todos eles têm pontos positivos e negativos e nenhum poderia ocupar uma posição de destaque frente aos outros.

Uma das limitações do nosso estudo foi o número pequeno de participantes. Isto se deu por tudo que já foi explicitado na seção que trata da metodologia deste estudo no item que descreve a amostra e também pelas dificuldades que envolveriam replicar o experimento em

vários centros, mantendo as mesmas configurações de hardware e de rede. Os resultados dos testes estatísticos devem, portanto, ser interpretados com cautela.

Diante da relevância do tema, sugerimos que este trabalho tenha continuidade na perspectiva de aprofundamento do assunto. Possíveis desdobramentos dessa pesquisa poderão ser obtidos por meio de um conjunto maior de usuários e um conjunto maior de variáveis quantitativas. Dessa maneira será possível o uso de ferramentas estatísticas mais sofisticadas tais como modelos mistos de medidas repetidas, modelos tradicionais de regressão linear ou até mesmo modelos lineares generalizados a fim de obter uma comparação mais confiável e estatisticamente mais poderosa entre os PACS.

## 7 CONCLUSÃO

Neste estudo foi elaborada a metodologia proposta para avaliação dos visualizadores de PACS com o uso dos três instrumentos: o questionário pré-experimento; o cenário com os exames; o questionário de satisfação do usuário. A metodologia se mostrou consistente na detecção de falhas na operação dos visualizadores e possibilitou estabelecer as correlações com o tempo de interpretação dos exames e com o grau de satisfação dos usuários.

O estudo mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os tempos dispendidos para interpretação dos exames nos visualizadores de PACS avaliados. Como ocorreram problemas que impactaram no tempo de todos os visualizadores, o que foi demonstrado na discussão dos cenários, o tempo final acabou sendo muito semelhante nos visualizadores.

Na avaliação pós-experimento constatamos que houve correlação negativa entre alguns dos problemas identificados nas ferramentas e o grau de satisfação com os visualizadores de PACS.

Salientamos, ainda, a correlação fortemente negativa que foi encontrada entre a idade e o nível de satisfação com os visualizadores, necessitando de estudos futuros para melhor avaliação deste achado.

## REFERÊNCIAS

- ALHAJERI, M.; SHAH, S.G.S. Limitations in and Solutions for Improving the Functionality of Picture Archiving and Communication System: an Exploratory Study of PACS Professionals' Perspectives. **J Digit Imaging**. 2019;32(1):54–67.
- ARRUDA, W. O. Wilhelm Conrad Röntgen:100 years of X-rays discovery. **Arq Neuropsiquiatr**. 1996;54(3):525–31.
- AZEVEDO-MARQUES, P. M.; SALOMÃO, S. C. PACS: Sistemas de Arquivamento e Distribuição de Imagens. **Rev Bras Física Médica**. 2009;3(1):131–9.
- AZEVEDO-MARQUES, P. M; CARITÁ, E. C; BENEDICTO, A. A; SANCHES, P. R. Integrating RIS/PACS: The web-based solution at University Hospital of Ribeirão Preto, Brazil. **J Digit Imaging**. 2004;17(3):226–33.
- BIDGOOD, W. D.; HORII, S. C.; PRIOR, F. W; VAN SYCKLE, D. E. Understanding and Using DICOM, the Data Interchange Standard for Biomedical Imaging. **J Am Med Informatics Assoc**. 1997;4(3):199–212.
- BONTRAGER, K. L. **Tratado de técnica radiológica e base anatômica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1999.
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. 8. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2013.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Tradução. [s.l.] Artmed Editora, 2009.
- COHEN, T. Picture archiving and communication systems (PACS). **Clin. Eng. Handb**. 487–492 (2004).
- EDELMAN, R. R. The history of MR imaging as seen through the pages of radiology. **Radiology**. 2014;273(2):S181–200.
- FRANCISCO, F. C; *et al.* **Radiologia: 110 anos de história**. Medicina (B Aires). 2005;27(4):281–6.
- FREUND, J. E.; SIMON, G. A. **Estatística Aplicada**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- FURLOW, B. CT image visualization: A conceptual introduction. **Radiol Technol**. 2014;86(2):187CT-204CT.
- GARCIA, E. A. C. **Biofísica**. São Paulo: Sarvier, 2002.
- GOLD, RH. The evolution of mammography. **Radiol Clin North Am**. 1992;30(1):1–19.
- GOODARZI, H. *et al.* User Acceptance of Picture Archiving and Communication System in the Emergency Department. **Iran J Radiol**. 2016;13(2):e20102. Published 2016 Mar 12. doi:10.5812/iranradiol.20102.

JOSHI, V.; LEE, K.; MELSON, D.; NARRA, V. R. Empirical investigation of radiologists' priorities for PACS selection: An analytical hierarchy process approach. **J Digit Imaging**. 2011;24(4):700–8.

JORRITSMA, W.; CNOSSEN, F.; DIERCKX, R. A.; OUDKERK, M.; VAN OOIJEN, P.M.A. Pattern mining of user interaction logs for a post-deployment usability evaluation of a radiology PACS client. **Int J Med Inform**. 2015;85(1):36–42.

JORRITSMA, W.; CNOSSEN, F.; DIERCKX, R. A.; OUDKERK, M.; VAN OOIJEN, P.M.A. Post-deployment usability evaluation of a radiology workstation. **Int J Med Inform**. 2015;85(1):28–35.

JORRITSMA, W.; CNOSSEN, F.; VAN OOIJEN, P.M.A. Merits of usability testing for PACS selection. **Int J Med Inform**. 2014;83(1):27–36.

JUHL, J. H.; CRUMMY, A. B. **Interpretação radiológica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1996.

KALAF, J. M. Mamografia: uma história de sucesso e de entusiasmo científico. **Radiol Bras**. 2014;47(4):VII–VIII.

KÖRNER, M. *et al.* Advances in Digital Radiography: Physical Principles and System Overview. **RadioGraphics** [Internet]. 2007 May 1;27(3):675–86. Available from: <https://doi.org/10.1148/rg.273065075>

LEE, C. C. *et al.* Attitudes Toward Computers Across Adulthood From 1994 to 2013. **Gerontologist** 59, 22–33 (2019).

MORETTIN, L. G. **Estatística Básica: Inferência**. v. 2. Makron Books, 2000.

PIERES, A.; DALT, S. **Raios catódicos**. Porto Alegre: Evangraf, 2011.

RINCK, P. A. Magnetic resonance in medicine: a critical introduction. Norderstedt: 12 ed, 2018. **The European Magnetic Resonance Forum**. An Excursion into the History of Magnetic Resonance Imaging [Internet]. 2013. 4–5 p. Available from: [http://www.magnetic-resonance.org/MagRes\\_Chapters/20\\_03.htm%5Cn](http://www.magnetic-resonance.org/MagRes_Chapters/20_03.htm%5Cn). Acesso em 20 fev. 2021.

RUBIN, G. D. Computed tomography: Revolutionizing the practice of medicine for 40 years. **Radiology**. 2014;273(2):S45–74.

SAMEI, E. *et al.* General Guidelines for Purchasing and Acceptance Testing of PACS Equipment. **Radiographics**. 2004;24(1):313–34.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1999.

TOLEDO, G. L.; OVALLE, I. I. **Estatística Básica**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1994.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. 10. ed. Editora LTC, 2008.

VIEIRA, S.; HOFFMANN, R. **Análise de Regressão**. Editora Hucitec, 1998.

WEISS, D. L.; SIDDIQUI, K. M; SCOPELLITI, J. Radiologist Assessment of PACS User Interface Devices. **J Am Coll Radiol**. 2006;3(4):265–73.

WEISS, D. L.; HOFFMAN, J.; KUSTAS, G. Integrated voice recognition and picture archiving and communication system: Development and early experience. **J Digit Imaging**. 2001;14(2):233–5.

## APÊNDICES

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL – MÉDICOS RADIOLOGISTAS**

NOME COMPLETO: \_\_\_\_\_

DATA DE NASCIMENTO: \_\_\_\_\_

SEXO: ( )M ( )F

ANO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA: \_\_\_\_\_

ANO DE CONCLUSÃO DA RESIDÊNCIA MÉDICA: \_\_\_\_\_

ANO DE INGRESSO NO CDI-BARREIRAS: \_\_\_\_\_

ASSINALE ABAIXO OS TIPOS DE EXAME QUE VOCÊ LAUDA:

( ) RADIOGRAFIA

( ) MAMOGRAFIA

( ) TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

( ) RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

( ) OUTROS. QUAL(IS)? \_\_\_\_\_

HÁ QUANTO TEMPO TRABALHA COM PACS?

( ) 1 ANO

( ) 2 ANOS

( ) 3 ANOS

( ) 4 ANOS

( ) 5 ANOS

( ) 5 A 10 ANOS

( ) MAIS QUE 10 ANOS

COM QUAIS PACS TRABALHA ATUALMENTE?

( ) CENTRICITY (GE). HÁ QUANTO TEMPO? \_\_\_\_\_

( ) ARIA (PIXEON). HÁ QUANTO TEMPO? \_\_\_\_\_

( ) E-FILM. HÁ QUANTO TEMPO? \_\_\_\_\_

( ) RADIANT. HÁ QUANTO TEMPO? \_\_\_\_\_

( ) OUTROS. QUAL(IS)? \_\_\_\_\_

COM QUAIS PACS JÁ TRABALHOU?

( ) CENTRICITY (GE). HÁ QUANTO TEMPO? \_\_\_\_\_

( ) ARIA (PIXEON). HÁ QUANTO TEMPO? \_\_\_\_\_

( ) E-FILM. HÁ QUANTO TEMPO? \_\_\_\_\_

( ) RADIANT. HÁ QUANTO TEMPO? \_\_\_\_\_

( ) OUTROS. QUAL(IS)? \_\_\_\_\_

COMO CONSIDERA SUA INTERAÇÃO COM COMPUTADORES E NOTEBOOKS?

( ) TENHO MUITA FACILIDADE

( ) TENHO FACILIDADE

( ) TENHO DIFICULDADE

( ) TENHO MUITA DIFICULDADE

## APÊNDICE B – INSTRUÇÕES PARA OS CENÁRIOS

1. ABRIR O **EXAME 1** – NÓDULO NO PULMÃO DIREITO.
  - a. LOCALIZAR A LESÃO
  - b. JANELAR PARA REALÇAR A LESÃO
  - c. DAR ZOOM NA LESÃO
  - d. MEDIR A LESÃO (2 MEDIDAS)
  - e. FINALIZAR
  
2. ABRIR O **EXAME 2** – NÓDULO NA MAMA ESQUERDA
  - a. MONTAR AS IMAGENS NAS POSIÇÕES CORRETAS
  - b. LOCALIZAR A LESÃO
  - c. JANELAR
  - d. DAR ZOOM NA LESÃO
  - e. MEDIR A LESÃO (2 MEDIDAS)
  - f. FINALIZAR
  
3. ABRIR O **EXAME 3** – NÓDULO NA ADRENAL DIREITA
  - a. PASSAR AS IMAGENS NAS DIVERSAS SÉRIES
    - i. UTILIZAR A TROCA RÁPIDA
  - b. LOCALIZAR A LESÃO
  - c. FAZER RECONSTRUÇÃO MPR CORONAL E SAGITAL – PASSAR AS IMAGENS TOTAIS DAS 2 SÉRIES
  - d. MEDIR TAMANHO DA LESÃO (3 PLANOS)
  - e. MEDIR DENSIDADE DA LESÃO (PRÉ-CONTRASTE E FASE PORTAL)
  - f. FINALIZAR
  
4. ABRIR O **EXAME 4** – FORMAÇÃO EXPANSIVA PARIETAL DIREITA
  - a. PASSAR AS IMAGENS NAS DIVERSAS SÉRIES
  - b. LOCALIZAR A LESÃO
  - c. MEDIR A LESÃO (EM 3 PLANOS)
  - d. FINALIZAR

5. RESPONDER O QUESTIONÁRIO.
6. FECHAR O PACS.
7. REPETIR O PROCEDIMENTO PARA OS DEMAIS VISUALIZADORES.

**APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PÓS-EXPERIMENTO****PACS:** ( )A ( )B ( )C ( )D**USUÁRIO:** ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

Diga o seu grau de satisfação com as ferramentas deste visualizador. Dê nota de 1 a 10 para os itens abaixo, variando de 1 (totalmente insatisfeito) a 10 (totalmente satisfeito).

1. Design da tela inicial.

( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10

2. Velocidade de abertura dos exames.

( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10

3. Troca de séries no exame.

( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10

4. Troca de imagens dentro da série.

( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10

5. Janelamento.

( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10

6. Zoom.

( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10

7. Deslocamento.

( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10

8. Medida linear.

( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10

9. Medida de densidade.

( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10

10. Reconstrução Multiplanar (MPR).

( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10

11. Facilidade de uso.

( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10

12. Nota geral da sua experiência com o visualizador?"

( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10

## **ANEXOS**

**ANEXO A – CARTA DE ACEITE DA INSTITUIÇÃO**

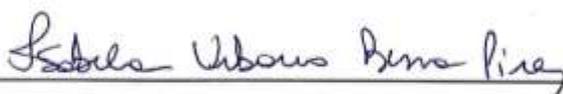
Barreiras-BA, 10 de 11 de 2020

Prezada Prof<sup>a</sup>. Emília Karla de Araújo Amaral  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa do UniFasb

A diretora técnica do CENTRO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM (CDI), Dr<sup>a</sup> ISABELA URBANO BESSA PIRES, vem por meio desta informar que está ciente e de acordo com a realização nesta instituição da pesquisa intitulada **"AVALIAÇÃO DE VISUALIZADORES DE PACS EM UM CENTRO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM"**, sob a responsabilidade do pesquisador responsável EMERSON ARGOLO REALE, a ser realizada no período de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021.

Esta instituição está ciente da liberação/entrada dos pesquisadores para a coleta dos dados referentes à pesquisa, somente mediante a apresentação do **PARECER de APROVADO pelo CEP**. Esta instituição é consciente de sua co-responsabilidade pelo presente projeto de pesquisa e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infra-estrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem estar.

O pesquisador responsável declara estar ciente das normas que envolvem as pesquisas com seres humanos, em especial a Resolução CNS nº 466/12 e no que diz respeito à coleta de dados que apenas será iniciada após a **APROVAÇÃO DO PROJETO** por parte do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/FASB e pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), se também houver necessidade.



Dr<sup>a</sup> ISABELA URBANO BESSA PIRES  
Diretora Técnica  
CDI Barreiras

Isabela Urbano Bessa Pires  
Representante Legal  
CPF 004.110.425-05

**ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA****FACULDADE SÃO FRANCISCO  
DE BARREIRAS****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA****Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DE VISUALIZADORES DE PACS NUM CENTRO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM.**Pesquisador:** EMERSON ARGOLO REALE**Área Temática:****Versão:** 1**CAAE:** 40133120.8.0000.5026**Instituição Proponente:** Faculdade São Francisco de Barreiras**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio**DADOS DO PARECER****Número do Parecer:** 4.460.795**Apresentação do Projeto:**

Atualmente o PACS (do inglês, Picture Archiving and Communication System) é amplamente utilizado nos serviços de diagnóstico por imagem. Seu uso tem trazido muitas vantagens, entretanto, ainda há algumas dificuldades relacionadas à transmissão, arquivamento, recuperação das imagens, assim como alguns problemas na operação da interface nas estações de trabalho operadas pelo médico radiologista.

Postula-se que a avaliação detalhada dos visualizadores de vários PACS poderá identificar os principais problemas relacionados à produtividade do médico radiologista e sugerir soluções para melhora do desempenho.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Geral:** Propor um protocolo para avaliação de visualizadores dos PACS para subsidiar o aumento da produtividade do médico radiologista.

**Específicos:**

- Definir os itens a serem avaliados, mediante a detecção e elenco das principais ocorrências do PACS no que tange às possíveis falhas de qualquer natureza.
- Verificar e mensurar a correlação entre os eventuais problemas encontrados no PACS e a produtividade do médico radiologista.

**Endereço:** BR 135 Km 01, nº 2341**Bairro:** Boa Sorte**CEP:** 47.805-270**UF:** BA**Município:** BARREIRAS**Telefone:** (77)3613-8854**Fax:** (77)3613-8824**E-mail:** cepfasb@fasb.edu.br

## FACULDADE SÃO FRANCISCO DE BARREIRAS



Continuação do Parecer: 4.460.795

- Identificar as principais variáveis, associadas ao PACS, e qual a contribuição de cada uma delas no tempo de confecção do laudo final.

### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

- Constrangimento de não compreender alguma pergunta do questionário;
  - Evidenciação de sentimentos de ansiedade, angústia e estresse durante o preenchimento do questionário;
  - Receio com relação aos dados preenchidos;
  - Perda ou roubo dos dados;
  - Riscos decorrentes do uso de monitores de vídeo (como fadiga visual, irritação ocular, cefaleia) e uso do mouse (tendinite).
- O aprendizado ou familiarização com o (s) visualizador (es) que o participante ainda não conhecia;
  - uma melhor percepção da diferença de desempenho no seu trabalho em relação com os diferentes visualizadores utilizados.

### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Atualmente o PACS é uma realidade na maioria dos serviços de diagnóstico por imagem. Seu uso tem trazido muitas vantagens tais como arquivamento dos exames dos pacientes em formato digital, com possibilidade de acesso fácil das imagens em qualquer setor da instituição; recuperação de exames anteriores para comparação temporal; transmissão de imagens externamente para outros serviços / usuários; redução ou eliminação do uso de filmes radiológicos; otimização do fluxo de trabalho, entre outras (SAMEI, 2004). Entretanto, ainda há alguns problemas relacionadas à transmissão, arquivamento, recuperação das imagens, assim como à operação dos visualizadores nas estações de trabalho utilizadas pelo médico radiologista.

### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos apresentados estão dentro das resolução que orientam a ética em pesquisa no território brasileiro.

### **Recomendações:**

Recomenda-se atualização do cronograma em relação a coleta de dados, que está incluindo o mês de novembro.

**Endereço:** BR 135 Km 01, nº 2341

**Bairro:** Boa Sorte

**CEP:** 47.805-270

**UF:** BA

**Município:** BARREIRAS

**Telefone:** (77)3613-8854

**Fax:** (77)3613-8824

**E-mail:** cepfasb@fasb.edu.br

FACULDADE SÃO FRANCISCO  
DE BARREIRAS



Continuação do Parecer: 4.460.795

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Sem pendências.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1526986.pdf	15/11/2020 00:19:41		Aceito
Outros	CURRICULO_LATTES.pdf	15/11/2020 00:17:02	EMERSON ARGOLO REALE	Aceito
Outros	CARTA_DE_ACEITE_CDI.pdf	14/11/2020 23:58:54	EMERSON ARGOLO REALE	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_EMERSON.pdf	14/11/2020 23:57:49	EMERSON ARGOLO REALE	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	19/06/2020 12:53:08	EMERSON ARGOLO REALE	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	19/06/2020 12:09:07	EMERSON ARGOLO REALE	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BARREIRAS, 14 de Dezembro de 2020

---

**Assinado por:**  
**EMÍLIA KARLA DE ARAÚJO AMARAL**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** BR 135 Km 01, nº 2341

**Bairro:** Boa Sorte

**CEP:** 47.805-270

**UF:** BA

**Município:** BARREIRAS

**Telefone:** (77)3613-8854

**Fax:** (77)3613-8824

**E-mail:** cepfasb@fasb.edu.br

## **ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

### **AVALIAÇÃO DE VISUALIZADORES DE PACS EM UM CENTRO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEM.**

**Instituição dos pesquisadores:** Centro Universitário São Francisco de Barreiras

**Professor(a) orientador(a)/Pesquisador responsável:** Emerson Argolo Reale

Projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário São Francisco de Barreiras /UNIFASB, com o CAAE 40133120.8.0000.5026 em 14/12/2020. Telefone 3613-885. E-mail [cepfasb@fasb.edu.br](mailto:cepfasb@fasb.edu.br).

Este documento que você está lendo contém explicações sobre o estudo que você está sendo convidado a participar.

Antes de decidir se deseja participar (de livre e espontânea vontade) você deverá ler todo o conteúdo. Ao final, caso decida participar, você será solicitado a assiná-lo e receberá uma cópia do mesmo.

Em caso de dúvidas, a equipe deste estudo responderá às suas perguntas a qualquer momento (antes, durante e após o estudo).

Este estudo se justifica pelo interesse de avaliar visualizadores de PACS (do inglês, Picture Archiving and Communication System) num centro de diagnóstico por imagem em Barreiras, Bahia.

A presente pesquisa ocorrerá no CDI - Centro de Diagnóstico por Imagem, localizada no município de Barreiras, Bahia e incluirá a coleta e análise dos dados, juntamente com a elaboração final da pesquisa. O resultados obtidos após o experimento serão disponibilizado para que o convidado possa participar da pesquisa, e dessa forma contribuir tanto com os estudos específicos dos pesquisadores, quanto para o benefício próprio.

Sua participação se dará como radiologista, durante a utilização dos visualizadores dos PACS, como também preenchendo um “check list” e respondendo a um questionário.

A coleta dos dados ocorrerá no período de janeiro a fevereiro de 2020 e será composta de três instrumentos. Primeiramente uma ficha de avaliação com um “check list” das funções disponíveis, conforme anexo 1 do projeto. Em seguida será montado um cenário de avaliação simulando a situação real do médico radiologista na interpretação de exames de imagem para confecção do laudo. Após a conclusão deste cenário, será também utilizado um questionário com diversos itens para serem respondidos pelo radiologista, referentes à experiência com os visualizadores (anexo 2).

A sessão terá cerca de uma hora de duração e será realizada na sala de laudos do centro de diagnóstico por imagem. Um dos computadores deste centro será separado para o experimento, cuja configuração é expressa por: workstation Dell Precision T3610, Xeon E5-1650, 8GB de memória RAM, HD 500 GB, placa de vídeo NVIDIA, quadro k600 2 GB

PCI EXPRESS. Serão utilizados dois monitores Dell dispostos verticalmente lado a lado, com a seguinte configuração: 22 pol, E2214h, resolução 1080 x 1920.

Durante a sessão o radiologista terá que interpretar quatro exames: uma Radiografia de tórax, uma Mamografia, uma Tomografia Computadorizada de abdome, uma Ressonância Magnética do crânio. Os exames terão os dados dos pacientes excluídos das imagens, de forma que não será possível identificar os pacientes, pois nenhuma informação pessoal aparecerá na tela. Estes quatro exames serão abertos em todos os visualizadores citados acima. A ordem de utilização dos visualizadores e a ordem de abertura dos exames será definida por sorteio para cada participante.

O sorteio será realizado pelo pesquisador, com a presença dos radiologistas. O radiologista retirará de uma urna 6 papéis com os nomes dos PACS, sendo respeitada a ordem desta retirada.

Sua participação é voluntária, não remunerada e não haverá nenhuma outra forma de comprometimento neste estudo.

Este estudo não possui riscos significativos envolvendo os participantes. Caso ocorra qualquer tipo de constrangimento durante as etapas de coletas de dados, o participante será encaminhado para atendimento psicológico junto a clínica escola do Centro Universitário São Francisco de Barreiras.

Os benefícios aos participantes serão: ter um esclarecimento sobre a utilização dos diversos sistemas de visualização utilizados na pesquisa; receber o resultado do seu desempenho no experimento.

Caso este procedimento gere algum tipo de constrangimento, você não precisa realizá-lo.

Caso queira se retirar em qualquer etapa da pesquisa não haverá nenhum dano ou prejuízo, e para isso basta entrar em contato com um dos pesquisadores responsáveis. Conforme previsto pelas normas brasileiras de pesquisa (Resolução 466/12), você não receberá nenhum tipo de compensação financeira pela sua participação neste estudo.

Os seus dados serão manuseados somente pelos pesquisadores. O material com suas informações, que será arquivado em um notebook, ficará guardado sob a responsabilidade do pesquisador com a garantia de manutenção do sigilo e confidencialidade em arquivo, físico ou digital, sob sua responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa.

O/ (a) Sr. (a) tem acesso a qualquer etapa do estudo, bem como aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador desta pesquisa é o Prof. Emerson Argolo Reale, que pode ser encontrado no endereço: Avenida São Desidério N° 2440, Bairro Ribeirão. Barreiras-Bahia - CEP:47.808-180.

Se o Sr (a) tiver alguma consideração ou dúvida sobre a Ética da Pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), localizado na Avenida São Desidério N° 2440, Bairro Ribeirão. Barreiras-Bahia - CEP:47.808-180, Prédio II, 1º andar.

Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas, entretanto, ele mostrará apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição a qual pertence ou qualquer informação que esteja relacionada com sua privacidade.

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_,  
após receber uma explicação completa dos objetivos do estudo e dos procedimentos envolvidos, concordo voluntariamente em fazer parte deste estudo.

Barreiras, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

---

Participante da Pesquisa

---

Assinatura da testemunha (por extenso)

---

Pesquisador (a) responsável