

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTONIO SEABRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA

CARLENE CAIRES BOMFIM

**ESTUDO DE CASO: MELHORIA DA AGILIDADE NA EVOLUÇÃO PRODUTIVA
DA RADIOLOGIA EM UMA UNIDADE DE SAÚDE NA CIDADE DE LINS/SP**

LINS/SP
2º SEMESTRE/2022

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTONIO SEABRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA

CARLENE CAIRES BOMFIM

**ESTUDO DE CASO: MELHORIA DA AGILIDADE NA EVOLUÇÃO PRODUTIVA
DA RADIOLOGIA EM UMA UNIDADE DE SAÚDE NA CIDADE LINS/SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antonio Seabra
para obtenção do Título de Tecnóloga em Logística.

Orientador: Prof. Me. Silvio Ribeiro

LINS/SP
2º SEMESTRE/2022

Bomfim, Carlene Caires

B695e Estudo de caso: Melhoria da Agilidade na Evolução Produtiva da Radiologia em uma Unidade de Saúde na cidade De Lins/SP / Carlene Caires Bomfim. — Lins, 2022.

24f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Logística) — Faculdade de Tecnologia de Lins Professor Antonio Seabra: Lins, 2022.

Orientador(a): Ma. Silvio Ribeiro

1. Palavra-chave a. 2. Otimização de Processos. 3. Evolução. 4. Radiografias. I. Ribeiro, Silvio. II. Faculdade de Tecnologia de Lins Professor Antonio Seabra. III. Título.

CDD 658.7

CARLENE CAIRES BOMFIM

**ESTUDO DE CASO: MELHORIA DA AGILIDADE NA EVOLUÇÃO PRODUTIVA DA
RADIOLOGIA EM UMA UNIDADE DE SAÚDE NA CIDADE DE LINS/SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antonio Seabra,
como parte dos requisitos necessários para a obtenção do
título de Tecnóloga em Logística sob orientação do Prof.
Silvio Ribeiro

Data de aprovação: 29/11/2022

Prof. Me. Silvio Ribeiro

Prof. Me. Samuel Stabile

Prof. Me. Juliano Munhoz Beltani

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO	5
1 LOGÍSTICA.....	6
2 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO	7
2.1 MODELO DE OPERAÇÕES.....	7
2.1.1 Modelo de Operações na Logística	8
2.1.2 Modelo de Operações no Serviço.....	9
3 RADIOGRAFIA.....	9
3.1 EXAME RADIOGRÁFICO.....	10
3.2 EVOLUÇÃO NO PROCESSAMENTO DA IMAGEM RADIOGRÁFICA	10
3.3 CICLO DE VIDA DAS RADIOGRAFIAS	13
4 METODOLOGIA	16
5 ESTUDO DE CASO.....	17
5.1 DADOS COLETADOS	17
5.2 ANÁLISES DOS DADOS COLETADOS.....	18
CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS	21
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO.....	23
ANEXO A – FIGURA DO PROCESSO DE EXAME.....	24

ESTUDO DE CASO: MELHORIA DA AGILIDADE NA EVOLUÇÃO PRODUTIVA DA RADIOLOGIA EM UMA UNIDADE DE SAÚDE NA CIDADE DE LINS/SP

Carlene Caires Bomfim ¹
Me. Silvio Ribeiro ²

¹ Acadêmico do Curso de Logística da Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra - Fatec, Lins - SP, Brasil

² Docente do Curso de Gestão da Produção Industrial da Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra - Fatec, Lins - SP, Brasil

RESUMO

A evolução do exame radiográfico nas últimas décadas proporcionou diversos benefícios tanto aos pacientes, quanto para os profissionais; o surgimento do sistema radiográfico digital implicou na descontinuação de películas oriundas de prata, além de promover a diminuição da exposição à radiação, para os radiologistas e usuários. Ainda que esses benefícios apresentem aspectos positivos para o contexto de saúde humana e meio ambiente, questiona-se os ganhos obtidos no processo de realização do exame radiográfico. Deste modo, o presente estudo tem como objetivo analisar os ganhos obtidos por intermédio da evolução na agilidade da produção de imagem radiográfica de prestação de serviço em uma unidade hospitalar na cidade de Lins/SP, vislumbrando a comparação entre a radiografia convencional e digital. O método utilizado refere-se a um estudo de caso único descritivo, cujo a forma de abordagem é qualitativa, utilizando-se aplicação de questionários e entrevistas abertas. Por meio dos resultados constatados, conclui-se que a evolução contribuiu para otimização de processos, de tal modo que proporcionou atendimento em grande escala, obtendo maior agilidade, imagens de qualidade capazes de alterar aspectos como nitidez e brilho, contribuindo para um diagnóstico mais rápido, além de evitar o retrabalho e custos com aquisições de produtos químicos; ademais, favoreceu também rapidez na entrega dos exames, necessidade de menores recursos e maior segurança aos usuários.

Palavras-chave: Otimização de Processos; Evolução; Radiografias.

ABSTRACT

The evolution of radiographic imaging in the last decades has provided several benefits for both patients and professionals; the advent of the digital radiographic system has led to the discontinuation of silver films, besides promoting a decrease in radiation exposure for radiologists and users. Although these benefits present positive aspects in the context of human health and environment, the gains obtained in the process of performing the radiographic exam are questionable. Thus, the present study is aimed at analyzing the gains obtained by means of the evolution in the agility of radiographic image production in a hospital unit in the city of Lins/SP, with a comparison between conventional and digital radiography. The method utilized refers to a descriptive case study, with a qualitative approach, by means of questionnaires and open interviews. By means of the verified results, it is concluded that the evolution contributed to the optimization of processes, in such a way that it provided attendance in large scale, obtaining greater agility, quality images capable of changing aspects such as sharpness and brightness, contributing to a faster diagnosis, besides avoiding rework and costs with acquisition of chemicals, moreover, it also favored

speed in the delivery of the exams, need for fewer resources and greater safety to users.

Keywords: Process Optimization; Evolution; Radiography.

INTRODUÇÃO

Em meio a era tecnologia, do qual o conhecimento e a globalização se fazem presente, implicando em maiores níveis de concorrência, considerando também consumidores mais exigentes, cabe as empresas traçarem estratégias para manter sua competitividade, isso independe de empresas comercializadoras de produtos ou prestadoras de serviços. Neste quesito, deve-se, para ambos os casos, gerenciar os recursos disponíveis com a finalidade de otimizar os processos internos e oferecer um alto nível de serviço por meio de suas operações.

Dentro deste contexto, existem desafios para a área da saúde, cujo foco consiste na prestação de serviço, mas que não inibe a necessidade de gerir seus recursos disponíveis para execução de um bom trabalho. No caso dos serviços de diagnósticos de imagem, por exemplo, estes contribuem na assistência à saúde, no qual cerca de 70% das decisões clínicas tem como base o resultado do exame, eles podem auxiliar inclusive no diagnóstico precoce.

Dentre eles, a radiografia é um dos exames mais importantes para averiguação de fraturas, entorses, osteoporose, doses reumáticas, inflamação ou qualquer outro tipo de lesões, ou doenças do sistema musculoesquelético. Ocorre que no princípio a anatomia humana só poderia ser vista por meio de incisões, até que por meio de estudos, Roentgen descobriu os famosos raios-x, desde então, por meio da evolução crescente e em busca de imagens que obtinham melhor qualidade, o processo de execução do serviço começou a ser alterado, acompanhado pela evolução tecnológica.

Tais evoluções proporcionaram, ao longo dos anos, ferramentas capazes de otimizar o tempo de atendimento, assim como, proporcionar um ambiente mais seguro e com menores doses de radiação, chegando até a radiologia digital que promove ganhos não apenas ao processo de execução do exame, mas também, no diagnóstico do paciente e no impacto ambiental.

Anteriormente para se ter acesso ao exame era necessário realizar a impressão por meio de um filme, este por sua vez era coberto por brometo de prata, um minério nocivo ao meio ambiente. Além disso, para que fosse possível enxergar, a película deveria passar por fluídos químicos, o que ocasionava necessidade de mais recursos no processo, bem como mão de obra e estrutura física, além de considerar o tempo para que a execução fosse completada.

Logo, a radiologia digital, permitiu transformar funções manuais e dados analógicos em informações instantâneas, sendo possível visualizar no monitor, armazenar e acessar a qualquer momento, e para os casos que necessitam do documento em mãos, existe a alternativa de uma película sem substratos químicos, além do papel de celulose. Todavia, o maior benefício deste método de processamento de imagem está na manipulação prévia dos dados, de forma a obter cuidados mais diferenciados e diagnósticos mais precisos.

Mediante a este cenário evolutivo que perdurou por mais de cem anos em um regime prejudicial, colocando em risco a saúde dos profissionais e dos pacientes, assim como o meio que estes ocupam, esta pesquisa tem como objetivo analisar os ganhos obtidos por intermédio da evolução na agilidade da produção de imagem radiográfica de prestação de serviço em uma unidade hospitalar na cidade de Lins/SP, vislumbrando a comparação entre a radiografia convencional e digital.

Justifica-se a relevância deste estudo para evidenciar a importância da tecnologia na otimização dos processos, considerando que na atualidade muito se fala da era tecnológica, principalmente como é uma facilitadora para ações mecanizadas do homem; sua inserção

provoca agilidade e favorece melhoria nos processos. No que tange aos serviços de saúde, ainda que atinjam um nível de complexidade devem ser gerenciados para se obter um alto grau de responsividade, confiabilidade e segurança, promovendo a prestação de serviço eficiente e efetiva. Com o advento tecnológico, este propicia não somente agilidade, como também integração, abrangendo informações mais precisas.

Para tanto, a pesquisa enquadrou-se em relação à abordagem como qualitativa, quanto aos procedimentos, um estudo de caso único descritivo, e como técnicas de coleta e análise de dados utilizou-se entrevistas abertas com aplicação de questionário, representados no apêndice A, em uma unidade hospitalar localizada no interior de São Paulo na cidade de Lins.

O presente estudo está estruturado em duas partes, sendo que após a introdução, apresenta-se o referencial teórico sobre os assuntos abordados e em seguida, o estudo realizado em uma unidade de saúde que descreve os ganhos obtidos no processo migrando o método realizado do exame. Com a obtenção desta pesquisa, foi possível concluir que a evolução contribuiu para otimização de processos, de tal modo que proporcionou atendimento em grande escala, obtendo maior agilidade, imagens de qualidade capazes de alterar aspectos como nitidez e brilho, contribuindo para um diagnóstico mais rápido, além de evitar o retrabalho e custos com aquisições de produtos químicos, além de favorecer a rapidez na entrega dos exames, necessidade de menores recursos e maior segurança aos usuários.

1 LOGÍSTICA

De acordo com Paura (2011) o surgimento da logística, ainda que não tenha data definida, pode ser vislumbrada nos povos antigos, como no caso das civilizações egípcias que gerenciavam recursos para construir o túmulo de seus faraós. Além destes povos, a história sinaliza as guerras intermináveis de Alexandre, o Grande (310 a.C.) que demonstravam tamanho planejamento logístico para combate, bem como o gerenciamento de mantimentos, munições e água para os soldados. Ambos exemplos foram importantes e demonstram tamanha aplicabilidade logística para gerir seus recursos, assim como estratégias para distribuí-las. Séculos mais tarde a logística se tornou usual na Primeira Grande Guerra e na Segunda Guerra Mundial, se limitando ao transporte de alimentos, munição para as tropas no campo de combate e escoamento de feridos e mortos, o que limitava em atividades militares e outras atividade relacionadas ao transporte.

Contudo, a logística evoluiu a medida que os recursos foram aperfeiçoados e a produção manufaturada começou a experimentar os efeitos que o gerenciamento logístico contribui na otimização de recursos e na diminuição dos custos (BALLOU, 2006).

Buller (2012) ressalta que a logística evoluiu com a demanda do mercado e sua forte concorrência com um ambiente mais globalizado, envolvendo o processo de aquisição, transformação e distribuição de matéria-prima. Neste sentido, a logística possibilitou por meio de suas operações, atingir um alto nível de vantagem competitiva, tanto nacional quanto internacional, pois as atividades são muitas vezes, o elo entre as empresas e os clientes (BALLOU, 2006).

Nascimento (2011) discorre em sua obra, que a logística é uma atividade integrada, responsável por suprir e distribuir produtos de maneira organizada e eficiente, aplicando planejamento, coordenação e execução dos processos, além de controlar os estoques de produtos acabados, bem como semiacabados e insumos para produção. Além de promover a movimentação interna e externa dos materiais e entregar o produto diretamente nas mãos do cliente final.

Segundo Ballou (2006, p. 27) a logística é “o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas

desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes”.

Assim como Ballou (2006), Paoleschi (2011, p.18) corrobora com o conceito, afirmando que “a missão da logística é dispor das mercadorias ou do serviço no local certo, no tempo certo, nas condições desejadas, ao mesmo tempo que fornece a maior contribuição à empresa”.

Desde modo, compreende-se que o objetivo desta área é gerir operações que torne o processo mais eficiente, com menor custo e no menor tempo possível, correspondendo às expectativas de todos os envolvidos na cadeia. Ressalta-se que até pouco tempo, essa área era conhecida apenas como uma atividade de distribuição física, fornecimento ou gerenciamento de mercadorias e transporte. Entretanto, sua posição passou a ser auxiliadora nas empresas, em virtude principalmente das informações sobre condução, armazenamento, movimentação de materiais e serviço reverso de produtos já consumidos ou com alguma avaria.

Em se tratando da sua inter-relação com as demais áreas, Nazário (1999) acredita que, a logística integra todas as áreas, principalmente a área produtiva, pois auxilia e facilita o fluxo de produtos desde a entrada da matéria-prima até o cliente final com o produto já acabado, promovendo níveis de serviços que superem as necessidades dos clientes, com o menor custo possível.

Portanto, os significados logísticos não expendem à conclusão de um processo estratégico de gerenciamento, pelo contrário, obriga-se a promover um planejamento constante das aquisições, movimentações, armazenamentos, passagens e entregas a fim de elevar o máximo de lucratividade presente e futura para os agentes envolvidos.

2 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

A Administração da Produção, Administração de Operações, ou ainda Gestão da Produção e Gestão das Operações, são sinônimos e consistem na função administrativa responsável pelo estudo e pelo desenvolvimento de técnicas de gerenciamento de produção de bens e serviços.

De acordo com Davis, Aquilano e Chase (2001, p. 24), a administração da produção “é a gestão de processos de conversão que transforma insumos, tais como matéria-prima e mão-de-obra, em resultados na forma de produtos e serviços”. Para Slack (1999), a administração da produção “é a atividade de gerenciar recursos destinados a produção e disponibilização de bens e serviços”.

Compreende-se como um campo que busca organizar os recursos com a finalidade de otimizar os processos que compõem a dinâmica produtiva de uma empresa.

A integralização entre as diversas áreas resultada no favorecimento de fluxo de fabricação e dentro desta perspectiva existem três funções centrais e duas de apoio. As funções centrais (função marketing, função desenvolvimento de produtos e função produção) são extremamente importantes, por ser responsáveis pela produção dos seus produtos/serviços. Já as funções de apoio (função contábil-financeira e função recursos humanos) são funções que suprem as demais funções (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Partindo desta premissa, é possível considerar que duas funções destacam-se mais quando comparadas as demais, enquanto a função marketing é responsável por detectar necessidades dos clientes consumidores com objetivo de maiores vendas. A função produção traduz essas informações em especificações, permitindo assim a manufatura e atendimento às necessidades da demanda.

2.1 MODELO DE OPERAÇÕES

Qualquer ambiente corporativo empresarial, com ou sem fins lucrativos necessita de uma estratégia de operações que visa atender os requisitos do mercado e as metas do negócio, levando em consideração a experiência profissional e seus recursos necessários.

Os autores Slack e Lewis (2009) informam que toda a atividade de transformação transforma recursos de entrada em saídas de produtos ou serviços, e que, algumas empresas podem ofertar apenas produtos e o serviço é periférico e outras, como clínicas de saúde, produzem apenas serviços puros.

Na administração da produção existe um processo de transformação no qual entradas (*inputs*), consideradas como materiais, informações e consumidores são tratados ou convertidos em saídas, também denominados de *outputs* (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Dentro deste contexto entrada-transformação-saída, torna-se um processo que permite ser executado de forma clara e simples, permitindo descrever as atividades que podem resultar no mapeamento do processo ou atividades.

Em se tratando dos serviços quando eles sofrem um processo de transformação a abordagem pode ser diferente, porém os objetivos permanecem os mesmos, é proporcionar um serviço de qualidade, rápido, com menor custo e dispor de certa flexibilidade ao cliente. Assim como o processo de transformação de produtos, os serviços podem ser mapeados as atividades, com intuito de identificar gargalos, falhas ou avarias para posterior melhorias no processo e otimização de recursos para um alto nível de serviço.

2.1.1 Modelo de Operações na Logística

A logística apesar de ser conhecida a séculos, sua aplicação é relativamente nova na gestão integrada quando comparado a outras áreas de conhecimento, como finanças, *marketing* e produção. Atualmente as empresas têm se engajado nesta integração para proporcionar processos que reduzem alguns custos, e para isso, reforça-se a ideia de desenvolver estratégias que atendam a necessidade de um mercado exigente, utilizando cada vez menos recursos, de tal modo que se obtenha uma evolução no fluxo de processo (PENOF; LUDOVICO; MELO, 2013).

Ainda de acordo com Penof, Ludovico e Melo (2013) essa área de logística integrada proporciona o gerenciamento coordenado das atividades relacionadas, ao invés de gerenciar separadamente cada departamento, além do fato de que ela adiciona valor aos produtos e aos serviços, o que denota essencialidade para as vendas e satisfação aos clientes.

Deste modo, apesar dos seus objetivos consistirem na movimentação física de materiais e estarem mais ligados a produção de bens, não inibe a função de beneficiar os prestadores de serviço, ainda que isso implique no estudo dos processos, assim como o desdobramento da utilização e alocação dos recursos, sejam eles financeiros, humanos, matérias ou relativos a informação.

Não obstante, qualquer processo físico que aceite entradas e utilizem recursos para transformá-las em saídas com maior valor agregado fazer parte das operações. Pois tratam-se, especificamente, de um processo de planejamento, implementação e controle de um fluxo físico e de informações, desde o ponto de origem até o consumo (PAOLESCHI; 2009).

Penof, Ludovico e Melo (2013) corroboram com a ideia de que a logística é a gestão de fluxos entre os processos, e não se restringem apenas na entrada de matéria-prima ou ao fluxo de saída de produtos acabados, hoje inclui todas as formas de movimentação de produtos, pessoas e informações. Adicionalmente, assim como matéria-prima, pessoas fazem parte do processo: entradas-conversão-transformação e estas também podem ser pensadas para gerenciamentos.

Sendo assim, é possível compreender que apesar da logística ter direcionamento ao nível de serviço ao cliente, lidando mais precisamente com questões de transporte, estoque e passagem destas informações a cadeia de suprimentos, ela também se preocupa com os processos internos e como estes podem aludir no processo de transformação.

2.1.2 Modelo de Operações no Serviço

De acordo com Fitzsimmons e Fitzsimmons (2014) serviços são um pacote de benefícios explícitos e implícitos proporcionados por uma instalação de apoio utilizando bens e informações facilitadoras. Ainda segundo os autores, deve-se fazer uma distinção entre insumos e recursos, pois os insumos são os próprios consumidores e os recursos são os bens facilitadores, assim como a mão-de-obra dos funcionários.

O processo de cliente como participante requer atenção ao *design* que a instalação ocupa, ou seja, o arranjo físico adotado resultará o modo de operar, Penof, Ludovico e Melo (2013) considera como arranjo físico um espaço ou local que as entradas serão alocadas e transformadas. Sua finalidade é proporcionar conforto e conveniência ao cliente, reduzir movimentação de pessoal, promover a privacidade nas área de trabalho, permitir uma comunicação eficaz e acima de tudo, um gerenciamento adequado de entradas e saídas de recursos.

Geralmente, para execução de um serviço o arranjo é classificado como posicional, pois as máquinas e equipamentos vão até o consumidor e este não se movimenta, outro fator eminente é a alta variedade de mão-de-obra. Em contrapartida, como desvantagem, custos unitários elevados caracterizam esse layout, demandando programação de espaço e atividade complexas, além de excessiva movimentação (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Portanto, ainda que as operações de serviço representam maior complexidade, elas correspondem a processos que sofrem transformação e que por meio do cliente, consumidor ou paciente, o serviço é realizado. Para fins exemplificativos: pode-se constatar que no salão de beleza, entra-se uma mulher com cabelo longo e sai com cabelo curto; ou, que o estudante entre na faculdade e saia com diploma; ou, que o paciente entre em um consultório e saia com o diagnóstico do seu exame. Ainda que não haja estoque, como uma produção industrial, existe um processo de transformação que o usuário não saíra da mesma forma que entrou e este processo demandará de recursos que podem ser gerenciados dentro do contexto logístico.

3 RADIOGRAFIA

No início do séc. XIX, a visualização interior do corpo humano só era possível por meio das incisões, realizadas geralmente em cadáveres. Apenas no final deste século, em decorrência dos avanços da medicina, foi possível compreender um pouco mais da anatomia humana e suas fisiologias. Um dos adventos mais conhecidos e utilizados para diagnósticos de fraturas ósseas é o exame de radiografia, popularmente conhecido como raio-x.

De acordo com Soares e Lopes (2015, p.2) “a radiação x” foi descoberta em 1895 pelo físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen, quando fazia experimentos com descargas de alta tensão em tubos de vidro contendo gases de baixa pressão, seu intuito na época era estudar a luminescência produzidas pelos raios catódicos. Enquanto trabalhava, observou que um cartão recoberto por uma substância fosforescente de platino-clanureto de bário, tal como uma cartolina preta, brilhava com intensidade durante a aplicação de alta tensão no tubo e foi possível identificar a “silhueta” dos seus ossos no corpo de vidro. Essa descoberta deu início a testes com materiais diferentes, aplicando a tensão do gás por várias vezes e em novas distâncias, constatando que não havia alterações, pois, a silhueta

persistia em sobressair. Deste modo, e com a finalidade de desvendar esse fenômeno matemático científico, nomeou-a como Radiação X.

Passos e Castro (2012) afirmam que o professor Henri Becquerel também estudou a radiação luminosa e desenvolveu uma pesquisa sobre a relação entre a nova radiação e o fenômeno de fosforescência natural (séc. XX). Trabalhando com sais de urânio, o cientista constatou que os elementos expostos à luz solar, tinham a capacidade de impressionar uma chapa fotográfica coberta por papel opaco.

Ambos os científicas foram importantes para o estudo e avanço progressivo das chapas de radiografia, filmes de radiografia e posteriormente das imagens digitalizadas.

3.1 EXAME RADIOGRÁFICO

De acordo com Nunes (2016) a radiografia é um exame realizado por meio de uma radiação ionizante, capaz de enxergar a parte óssea do indivíduo, diagnosticando-o. Além de ver os ossos, a radiografia também consegue demonstrar ao médico a presença de líquidos na região do tórax ou na região do abdômen. O exame serve para avaliar se existe uma fratura, um edema ou uma luxação, além de conseguir avaliar o alinhamento dos membros superiores e inferiores, analisando uma possível artrose, por exemplo.

Almeida Filho (2019, p.17) afirma que a geração dos raios-x "(...) ocorre extra nuclearmente pela interação de elétrons com núcleos em tubos, caso a quantidade de energia associada à radiação provocar uma alteração na eletrosfera do átomo, como consequência o átomo perde os elétrons e se torna assim uma radiação ionizante".

Este exame é realizado por um aparelho que pode ser fixo, móvel ou portátil. Independente do seu procedimento, ele sempre será representado por uma unidade geradora denominada "cabeçote", o controle, denominado "caixa de colimação" e o chassi/cassete responsável por gravar a imagem capturada. Para os equipamentos mais modernos, os detectores de imagem estão acoplados em sua estrutura, nessa ocasião, trata-se da radiografia digital direta.

Bontrager (2018) reitera a visão de Nunes (2016), afirmado que o filme gelatinoso possui uma imagem processada de uma determinada região anatômica do paciente, produzida pela ação dos raios-X no filme através da fluoroscopia, do qual a imagem é remetida no fósforo de entrada, processada e encaminhada ao fósforo de saída para melhor visualização e diagnóstico.

Desta forma, a imagem produzida parte se do princípio básico da relação entre os raios que são emitidos e os raios que são recebidos, após atravessarem um determinado material ou corpo. Vale ressaltar que parte dessa energia é absorvida pelo corpo e extraída em forma de película radiográfica ou imagem computadorizada.

3.2 EVOLUÇÃO NO PROCESSAMENTO DA IMAGEM RADIOGRÁFICA

Campos (2019) discorre a respeito da evolução do exame de raio-x, pois no princípio utilizava-se películas constituídas por cristais de prata estimuláveis pela radiação. Para processamento de imagem, era necessário realizar um processo de revelação, o filme tinha que parar em diversos banhos químicos específicos e seu tempo de preparo era demorado, o que implicava em grandes filas de espera. Nos dias atuais, este método foi descontinuado, ainda que algumas organizações de saúde a utilizem. Para fins exploratórios, a radiografia pode ser dividida em duas partes: a convencional e a digital.

Silva e Paula (2018) afirmam que a radiografia convencional, a primeira a ser introduzida, consiste na utilização de um chassi com écran e película radiográfica. O filme radiográfico era inserido dentro do chassi, e era posicionado dentro da gaveta *bucky* na mesa, dependendo do exame. O raio-x é lançado da ampola em direção a peça, a energia interage e atravessa seu corpo, chegando até o chassi, onde ocorre a interação com os

haletos de prata do filme, formando uma imagem latente. A imagem existe, porém ainda não é visível e para isso ocorrer, é necessário envolver um filme em substâncias químicas.

Albuquerque *et al.* (2016) atribuem que no início o processo da radiografia era manual e a película era composta por prata, estas eram conhecidas como películas úmidas, o filme se prendia nas colgadoras (presilhas) e quando a imagem estivesse gravada, ela era embanhada no revelador, na água, no fixador e encaminhada a câmara escura para ficar seca e se tornar uma imagem visível, por meio da fluoroscopia. Alguns autores estimam que demorava-se duas horas para que esse processo estivesse pronto e o operador conseguisse entregar a imagem ao paciente.

Soares e Lopes (2015) citam sobre esse início, relatando que durante os primeiros anos da radiologia foi a fluoroscopia – visualização instantânea da anatomia humana que possibilitou o registro de imagem e isso era totalmente manual, o objetivo do filme radiográfico era apenas uma forma de preservar o registro da fratura para que pudesse ser avaliada mais tarde.

De certo modo, o filme passou por diversos progressos, principalmente em virtude da qualidade da imagem, afinal o próprio Roentgen via as placas secas um meio interessante de preservar e avaliar a evolução do diagnóstico futuro. Com isso em mente, desenvolveu-se no ano de 1896 placas fotográficas com o objetivo de substituir as placas úmidas, no entanto, este material não conseguia absorver completamente o feixe de raios-x, sendo necessário uma hora constante de radiação para se obter uma imagem visível mais que ainda sim obtinha pouca densidade, baixo contraste e nitidez. Ainda que pudesse enxergar, esse papel invertia os tons de cinza, tornando os ossos negros e as partes moles brancas (SOARES; LOPES, 2015, p. 134).

Com a finalidade de melhorar o processo, ainda que o material não pudesse ser trocado, foi possível criar uma placa feita pelo alemão Carl Schleussner, do qual introduziu uma quantidade significativa de emulsão de brometo de prata sobre a chapa, estas logo se tornaram populares na América do Norte e no Continente Europeu. O brometo de prata permitia uma exposição menor a radiação. E com o passar dos anos, os equipamentos também possibilitaram um tempo de exposição menor de apenas alguns minutos, um intervalo que permeia de 30 a 60 segundos. Embora a criação deste placas não eliminasse a necessidade de imersão em fluídos químicos, soluções de cloreto de ferro e nitrato de uranio, por exemplo, foi criado um equipamento capaz de realizar esse processo automaticamente, com resultado efetivos nas imagens (SOARES; LOPES, 2015).

Bueno e Crescêncio (2020) relatam que o processamento de imagem embanhado em produtos químicos passou a ser substituídos por equipamentos de radiografia sofisticados e o processo ficou automatizado, surgindo a processadora automática, o técnico ainda na câmara escura abre o chassi que possui a imagem latente e coloca dentro da processadora, esta por sua vez realiza todo o processo, por meio de rolos que conduzem os filmes até o final da etapa, o filme passava pelos químicos de maneira automatizada e saía já seca do outro lado, demorando em torno de três minutos.

É importante ressaltar que no processo convencional manual, não apenas o tempo de exposição à radiação era maior, mas também o tempo de processamento do filme. Com o advento desta processadora, anos mais tarde, a evolução automatizada do processamento teve o tempo de exposição menor e o tempo de processamento que acompanhou essa exposição, proporcionando ganhos imensuráveis ao processo.

Um dos principais problemas levantado pelos autores Soares e Lopes (2015) seria que naquela época a espessura do filme era muito grossa e havia pouco contraste, dificultando o diagnóstico. Para superar essas dificuldades foi criado as placas de vidro, cobertas por emulsões de pratas e demais substancias que permitiam um detalhamento da imagem e um ótimo contraste, que atendia as necessidades dos médicos e dos seus pacientes. Contudo, em virtude da fragilidade do material para transporte e manejo, o preço e o peso, foi necessário repensar as placas de vidro, que estavam ficando populares.

O papel ainda em meados do séc. XIX foi cogitado, a desvantagem era a pequena sensibilidade da emulsão, muito menor do que as placas de vidro. Ainda assim, o papel continuou a ser utilizado até a década de 1940 (sec. XX), especialmente durante a Primeira Guerra Mundial quando as condições econômicas do Continente Europeu necessitavam arquivamentos mais baratos para imagens radiográficas, com a finalidade de disponibilizar aos serviços de diagnóstico. Era necessário algo acessível e sem peso.

Contudo, o papel fotográfico na fluoroscopia nunca desempenhou uma função importante na radiologia, principalmente pela sua dificuldade em mostrar detalhes e contraste tão nítidos quanto os apresentados pelas placas de vidro ou pelo filme radiográfico comum. Eis uma característica inerente ao uso de superfícies reflexivas, em vez de uma base transparente que suporte a emulsão sensível era necessário que a faixa de densidades pudesse ser produzida no papel é muito menor que aquela que pode ser armazenada em um filme, por exemplo (ALMEIDA FILHO, 2019).

Em virtude das dificuldades do vidro e frente a Segunda Guerra Mundial as películas de acetato oriundas de brometo de prata foram mundialmente utilizadas, por muitas décadas, Reis (2004 *apud* ANTUNES, 2011, p. 8) corrobora com o exposto, afirmando em sua obra que estes filmes compostos por uma camada gelatinosa, constituída por cristais de galeto de prata eram responsáveis por proteger a emulsão do contato com as mãos, além de sua base de poliéster ser estável à variação de temperatura, não se deformando por conta do calor.

Dentro todos os experimentos, o processo convencional utilizando papel radiográfico com prata era comum, até que com o advento das tecnologias, foram criadas novos equipamentos capazes mais uma vez, de otimizar o processo, surgindo a radiografia digital, que pode ser classificada em direta e indireta. A radiografia digital indireta, consiste na imagem obtida pelo computador, por meio da leitura de “ecrã” de fósforo reutilizável e estimulável a radiação, denominado *image plate*, ou em português, placa de imagem, tornando assim a radiografia computadorizada. Outra forma de captação de imagem é a radiografia digital direta que consiste na imagem do computador a nuvem que recebe os dados e os processa e isso permite reajustar a imagem, facilitando o diagnóstico (CAMPOS, 2019).

A radiografia computadorizada (RC) utiliza a fita cassete, que possui memória para armazenar o resultado e demonstra-lo; a utilização do aparelho é o mesmo, apenas o leitor da imagem é diferente. Apesar disso, a leitura ainda é analógica, portanto é necessário ver a imagem e depois salva-la. Alguns sistemas de informação para a gestão de imagens e informações surgiram, de acordo com Albuquerque *et al.* (2016) no final da década de 80, quando a aquisição digital começou a ser utilizada em larga escala nos hospitais. Naquela época, cada equipamento era considerado um sistema isolado, estando apenas conectado à sua estação de trabalho e a uma determinada impressora.

A Radiografia digital parte do pressuposto que captura a imagem instantaneamente para os computadores e monitores. Neste caso o tecnólogo verifica se é possível realizar ou não outro exame pois ele está vendo no momento real e evitando assim o retrabalho de imprimir ou salvar a imagem capturada.

Mamede (2019) informa sobre esse avanço por meio do Sistema PACS (*Picture Archiving and Communication System*, ou Sistema de Comunicação e Arquivamento de Imagens), consiste na disponibilização no momento em que o procedimento é realizado, agilizando a elaboração do laudo.

O autor ainda ressalta que a radiografia digital se baseia nos mesmos princípios da emissão de raios-x e de sua interação com o organismo humano que a convencional. A principal diferença entre elas está em como os raios que atravessam a matéria serão capturados e processados de modo a gerar a imagem. Na convencional, usam-se placas de filme que passam por revelação para registrar a imagem. Já na radiografia digital, os

raios-X são capturados por uma placa de circuitos sensíveis à radiação, que gera uma imagem digital e a envia ao computador na forma de sinais elétricos (MAMEDE, 2019).

Ademais, a qualidade do exame é diferente para os dois métodos, na radiografia convencional a qualidade está intimamente ligada na dose de radiação, um erro pode gerar uma imagem muito ou pouco penetrada o que dificultará a identificação das lesões. Já as imagens processadas pelo PACS têm nitidez, contraste e detalhe.

Campos (2019) defende a radiologia digital, pois afirma que esta tecnologia além de facilitar o diagnóstico, estando no sistema PACS é possível que outros médicos também consigam ter acesso às informações de maneira rápida, por meio das redes locais ou da internet e comparar com outros exames antigos já realizados. Este sistema PACS é integrado com um sistema de informação chamado RIS, que permite o gerenciamento dos centros de radiologia, como agendamento, envio de listas de trabalho, consultas, dentre outros. E estes exames por sua vez, são distribuídos em formato *standard - imaging and communications in medicine* (DICOM), traduzido para português a sigla significa “comunicação de imagens digitais em medicina”. Com isso a principal vantagem é que tudo fique armazenado em nuvem e contribua para menor geração de lixo e otimização de processo de produção de laudo.

O quadro 3.1 serve como comparativo entre os quatro métodos de realização e processamento do exame. Compreende-se que o principal fator gerador pela mudança de esferas e evoluções dos aparelhos radiográficos está intimamente ligado à preocupação das dosagens de radiação, em paralelo, observa-se o ganho na otimização dos processos, uma vez que proporciona um atendimento mais rápido, além de visar o cuidado com os aspectos ambientais.

Quadro 3.1 - Comparativo entre a Radiografia Convencional e a Digital

COMPARATIVO ENTRE PROCESSOS			
Radiografia Convencional Manual	Radiografia Convencional Automática	Radiografia Digital Indireta	Radiografia Digital Direta
Pode ser utilizado equipamento portátil, móvel ou fixo.	Pode ser utilizado equipamento portátil, móvel ou fixo.	Pode ser utilizado equipamento portátil, móvel ou fixo.	Pode ser utilizado equipamento portátil, móvel ou fixo.
Raio-x e Mamografia	Raio-x e Mamografia	Tomografia Computadorizada, Ressonância Magnética, Densitometria óssea, Raio-x, Mamografia, entre outros.	Tomografia Computadorizada, Ressonância Magnética, Densitometria óssea, Raio-x, Mamografia, entre outros.
Tempo de exposição de radiação longo.	Tempo de exposição de radiação 30 a 60 segundos.	Tempo de exposição de radiação segundos (baixas doses).	Tempo de exposição de radiação milissegundos (baixas doses).
Tempo de processamento do exame 40 minutos.	Tempo de processamento do exame 3 minutos.	Tempo de processamento do exame 45 a 60 segundos	Tempo de processamento do exame instantâneo.
Utilização de Chassi/Écran - Filme Radiológico – Com cristais de prata.	Utilização de Chassi/Écran - Filme Radiológico – Com cristais de prata.	Utilização de Cassete - Arquivamento das imagens em pen drive, CDs ou impressões em papel couchê e/ou dry film.	Arquivamento das imagens em sistemas PACS e DICOM.
Mais barato, em comparação com a radiografia digital.	Mais barato, pois envolve apenas a aquisição da processadora.	Mais caro, pois envolve equipamentos mais sofisticados.	Mais caro, pois envolve equipamentos mais sofisticados e estrutura integralizada.
Câmaras Escuras, Piso antiderrapante, utilização de químicos.	Câmaras Escuras, Piso antiderrapante, máquina para revelação da imagem latente.	Monitor, impressoras, leitoras de cassetes para produzir a imagem latente.	Próprio equipamento produz a imagem e a manipula e exige capacitação.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

3.3 CICLO DE VIDA DAS RADIOGRAFIAS

Para compreender o ciclo de vida das radiografias é necessário conhecer o processo do exame. De maneira sucinta, o paciente fica disposto no aparelho, seja ele fixo, móvel ou portátil e os raios ionizantes são absorvidos pelo paciente e transpassados para a

fluoroscopia, um processo para visualização da imagem é processada. Tal processo inicia pelo fósforo de entrada capturando os raios catódicos que mais tarde serão visualizados no monitor, caso o exame seja na radiografia digital e que poderá ser alterada apenas o contraste, com a finalidade da melhor obtenção de imagem. Caso o exame seja convencional, assim que o chassi gravar por meio do écran a imagem latente, essa imagem é em banhada em químicos seja pelo processo manual ou automatizado e sai a imagem capturada. A exemplificação deste exame pode ser vista com mais clareza na figura contida no Anexo A.

Os armazenamentos da imagem são realizados em quatro formas, de acordo com Soares e Lopes (2015): filmes radiográficos, quando o equipamento possui chassi e são colocados manualmente em reveladores; filmes de 35mm dinâmicos ou estáticos acoplados ao tubo intensificado; fitas de vídeo cassete, com sinal obtido diretamente da câmera de televisão acoplada à saída do tubo intensificada; digitalização das imagens e armazenamento em mídia digital, magnética ou óptica. Ressalta-se que o cassete é na verdade como um chassi, no entanto a diferença se constitui da memória maior que o cassete tem em comparação ao chassi.

Em se tratando do registro de imagem do exame, os autores Soares e Lopes (2015) defendem a tese de que as películas radiográficas nada mais são do que fotografias, uma vez que é um material sensível a luz. E que sua evolução acompanhou as fotografias desde o séc. XX, incluindo a substituição das placas úmidas pelas secas e, a inserção do papel, da celulose na década de 40.

O registro de imagem passou por diversos experimentos, dentre eles: houve a impressão no vidro, mas era caro; no papel, porém trocava-se os contrastes e a visualização. Até que fosse capaz de ser totalmente transparente, feito por acetado com uma técnica chamada dupla emulsão, contudo também não foi bem aceito; em 1923 criou-se um filme altamente inflamável o que fez os hospitais rejeitarem por completo, após um acidente que matou 124 pessoas; em meados de 1930 foi introduzido no mercado um filme com a coloração azul, pois até então os outros eram incolores, a tinta melhorou a visualização e essa prática tornou-se padrão entre os fabricantes (SOARES; LOPES, 2015).

A Agfa que na época era conhecida como Ansco, a Kodak e pôr fim a Du Pont foram importantes empresas que auxiliaram a introduzir o filme de polietileno, com baixa absorção de água, maior estabilidade e que dificilmente provocaria rasgos. Ainda na década de 1960, as bases de poliéster substituíram os filmes de base celulósica para todos os exames radiográficos comuns, no entanto, o filme ainda possuía haleto de prata (SOARES; LOPES, 2015).

Resumindo o ciclo evolutivo das chapas até os dias atuais, consistem em: chapas úmidas, papel de celulose, placas de vidro, acetato inflamável, película com prata e radiografia digital. Se julga necessário salientar que em alguns casos a impressão dos exames é indispensável e neste contexto, a radiografia convencional utiliza as películas oriundas de cristais de placas e a radiografia digital, tanto direta quanto indireta pode utilizar a impressão do exame, tanto térmica em papel fotográfico ou filme transparente. A seguir algumas formas de impressão do exame:

a) películas com haletos de prata: segundo Kawagut *et al.* (2012) a película de radiografia passa por diversas fases ao longo do seu ciclo até tornar-se um resíduo. No entanto, em se tratando destes filmes, se descartada no lixo comum estas radiografias podem contaminar o solo e as nascentes. Isso se deve pelo fato de ser composto por minério de prata, um material pesado e também, por acetato, um polímero que demora cerca de cem anos para se decompor no ambiente.

De maneira geral Kawagut *et al.* (2012) exemplificam muito bem o processo de reciclagem das radiografias, iniciando-se no momento de recolhimento do acetato nos hospitais, clínicas e demais entidades de saúde, em seguida são separadas por tamanho

e lavadas com soda cáustica. Uma vez na água, extrai toda a sujeira e nela encontra-se a prata. Para retirá-la é preciso derreter o material junto com alguns elementos fundentes. Esse processo separa as impurezas do metal, sendo a prata a parte menor. De acordo com o autor, são necessários no mínimo 2,5 mil chapas para conseguir 450 gramas de prata. Em seguida, a prata é derretida a uma nova temperatura mais elevada até se torna líquida e depois é despejada na água fria e misturada rapidamente. Desta forma a prata se torna granulada devido ao choque térmico.

É importante salientar que a água utilizada no processo deve ser tratada antes de ir para o esgoto ou ser reutilizada. Ao se tirar a prata, parte do que se sobra é o plástico, que por sua vez são vendidos a indústrias com preços mais baixos transformando-os em embalagens ou enfeites (FUNDAÇÃO PADRE DE ANCHIETA, 2016).

A pesquisa realizada por Kawaguti *et al.* (2012), demonstrou que 60% das pessoas entrevistadas guardam as radiografias convencionas por 1 a 5 anos; o paciente descartava de forma incorreta ou guardava sem nenhuma utilidade. A pesquisa demonstrou que a maioria fazia o descarte incorreto, cerca de 51% jogou no lixo comum, enquanto a minoria reciclava.

b) películas oriundas de papel fotográfico: formado por papel couchê com uma camada de polietileno, uma alternativa barata, ecologicamente melhor e que possibilita uma boa qualidade. A evolução do mercado alinhado a impressões de baixo custo e sua agilidade no processo, fizeram com que os hospitais, clínicas e laboratórios aderissem a impressão digital de exames em papel fotográfico. Antunes (2011) afirma que dentre as vantagens enquadram-se a redução do tempo de exposição aos raios-x causado pela radiografia convencional; qualidade de impressão, podendo variar de tamanhos sem prejudicar a imagem obtida. Ainda de acordo com o autor (ANTUNES, 2011) pode obter de 60% a 80% de economia em comparação ao método de radiografia convencional, além da economia na manutenção, pois as impressoras que fazem a impressão das películas oriundas de acetato são completamente diferentes.

Um estudo realizado por Zanatta (2018) comprova uma perspectiva financeira sobre a mudança no processo de impressão de exames em serviço de diagnóstico de imagem em um hospital cujo as características se assemelham ao estudado; foi constatado que utilizando a radiografia computadorizada com a impressão de papel couchê levando em consideração as seguintes variáveis: quantidade de exames realizados, receita bruta, custos fixos, custos variáveis e proposta de locação de impressora para impressão de exames em papel fotográfico, chegou-se ao resultado financeiro (comparativo) que a mudança no processo de impressão de exames substituindo o filme radiológico pelo papel fotográfico, é viável, onde no período pesquisado, representaria um ganho superior a R\$ 30.000,00.

Por fim, o meio ambiente terá menos impacto, pois os produtos químicos utilizados na revelação ou reciclagem da radiografia convencional são muito mais danosos a natureza se forem descartados de maneira incorreta.

c) películas de acetato cujo realizado com impressão térmica: o acetato (PET) de cor azulada chamado de chapas de impressão *offset* ou *dry film* feitas de poliéster foram criadas por grandes empresas, em especial pela monopolizada Agfa, com intuito de promover o viés mais sustentável respeitando os limites e sendo capazes de imprimir a imagem capturada apenas após a radiografia ser convertida para o computador.

d) radiografia sem filmes: a evolução tecnológica permitiu ganhos imensuráveis de produtividade e otimização de recursos, além do impacto ambiental, com o fim da era palpável e volumosa, em contraponto a era digital proporcionou CDs, DVDs, TV digital, cartão de memória, pen drive e até armazenamento em nuvem, eliminando a necessidade de películas.

Em sumo pode-se compreender a revelação do filme em quatro: a manual, a automática, a computadorizada e a digital. A revelação manual consiste naquela realizada

pelo operador dentro de uma câmara escura, pela qual é submetida por diversos produtos químicos e era conhecida como películas úmidas. A revelação automática considera-se o processo automatizado, por meio de rolos, embora o profissional necessite alimentar a máquina colocando o filme radiográfico e o chassi para que seja realizado o processamento da imagem, mas que ainda sim, necessita de processos químicos para a imagem aparecer na película. Em terceiro, encontra-se a radiografia computadorizada que não necessita de processos químicos reveladores, o processo é realizado pela fita cassete e emitida para um computador. Por fim, em se tratando da digital direta o próprio equipamento possui detectores que vão captar a radiação e formar a imagem processada, chamada também de revelação direta.

4 METODOLOGIA

De acordo com Marconi e Lakatos (2003), para se comprovar um fato ou uma experiência é necessário aplicar métodos científicos. Pois, nas palavras dos autores “os métodos são um conjunto de atividades sistemáticas e racionais, que permitem alcançar um objetivo (...)”. Desta forma, pode-se dizer que a metodologia serve para traçar caminhos que serão seguidos, auxiliando nas decisões do autor da obra e seu alcance aos resultados esperados.

Segundo Bastos e Keller (1999) uma pesquisa científica consiste em uma investigação acerca de um assunto estudado, baseada na realidade de fatos e fenômenos capazes de analisar, descobrir, concluir, criar e resolver novos e antigos problemas. Sendo assim, compreende-se que a metodologia, por ser um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos (GIL, 2006) devem possuir uma concepção estruturada, a fim de alinhar a pesquisa ao conhecimento e para isso, torna-se necessário aplicar um método.

Este estudo provê uma pesquisa aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação dirigida na prática, buscando solucionar problemas abordados e maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses (GIL, 2006).

De acordo com Botelho e Cruz (2013) existem duas formas de abordagem, a quantitativa e a qualitativa, no entanto, como pretende-se destacar os ganhos, valores e atitudes, buscando compreender o fenômeno com maior profundidade, ao invés de utilizar métodos estatísticos e probabilísticos, será retratado as descrições, comparações, interpretação e atribuição da situação estudada, analisando as informações que foram coletadas, sendo este qualitativo.

Matias-Pereira (2016) expõe que a metodologia de pesquisa poderá ser classificada em dois critérios quanto aos fins e quanto aos meios. O objetivo da pesquisa utilizada neste estudo enquadra-se, quanto aos fins, em estudo descritivo, visto que tem como finalidade examinar um fenômeno para descrevê-lo de forma integral ou diferenciá-lo de outro.

Quanto aos meios, este estudo caracteriza-se por adotar estudo de caso. De acordo com Botelho e Cruz (2013) trata-se de um estudo profundo e detalhado de uma unidade de interesse, sendo único, e a opção se deu pela oportunidade, visto que, para obter as informações e montar as comparações relacionadas à evolução do processamento de imagem do exame radiográfico, foi realizada uma pesquisa junto à uma unidade hospitalar da região, com a coleta de dados foi necessário entrevista aberta e aplicação de questionário, representado no Apêndice A, além é claro da observação espontânea para melhor compreensão. Esta pesquisa tem como objetivo analisar os ganhos obtidos por intermédio da evolução na agilidade da produção de imagem radiográfica de prestação de serviço em uma unidade hospitalar na cidade de Lins/SP, vislumbrando a comparação entre a radiografia convencional e digital.

5 ESTUDO DE CASO

A pesquisa realizou entrevista estruturada com questionários e perguntas abertas. A aplicação destas ocorreu no mês de fevereiro de 2022 e posteriormente em agosto do mesmo ano, pela plataforma *Google Meet* e presencialmente; no que tange ao conhecimento, o entrevistado possui vasta experiência, formado em Radiologia, atuante como Superior responsável pelo Centro de Exames Radiográficos em uma clínica terceirizada que presta serviço dentro de uma Unidade Hospitalar localizada no interior de São Paulo. Atualmente, a instituição possui 71 leitos, cerca de 300 internações mensais, mais de 18 mil atendimentos por ano e 40 mil exames de diagnóstico por imagem por mês.

5.1 DADOS COLETADOS

Nesta seção são apresentados os resultados relacionados ao estudo que foi realizado. Em se tratando do uso do método de processamento da radiografia, a Instituição estudada realiza exames por radiografia digital indireta, conhecida também com radiografia computadorizada. Embora não se utilize películas oriundas de cristais de prata, o equipamento, com auxílio de uma impressora térmica faz impressão do exame no papel fotográfico ou no *dryfilm*, no entanto podem ser salvos em DVD, CD ou *pen drive*. Em sua maioria, é impresso no papel couchê a imagem guardada em suporte digital, somente em último caso é realizado a impressão em películas de acetato, nas ocasiões que são solicitadas pelo médico. Isso se deve em virtude do custo, pois o papel fotográfico é mais barato que o *dryfilm*.

Após o processo do exame, o operador preenche os dados do paciente e faz a impressão seguindo fielmente aquilo que estava projetado. Essa impressão carrega além das informações do paciente, o logotipo e a data do exame.

Em se tratando da preferência entre a radiografia digital e convencional, o entrevistado apontou que a radiografia digital promove melhor qualidade de imagem, reduz o tempo de radiação emanado pelos aparelhos e possui um viés mais ambiental quando comparado com a convencional. Ademais, o entrevistado descreve o odor dos fluidos químicos que são demasiadamente fortes e prejudiciais à saúde e ao meio ambiente ao utilizar o método antigo.

No que tange aos ganhos no processo, em comparação com a utilizada anos atrás, houve diminuição no tempo de execução do exame para o paciente, atualmente, o tempo é inferior a quatro minutos, ainda que não seja uma regra, pois irá depender da parte que se pretende capturar a imagem e as posições que necessitam fazer, com uma mera exceção se o paciente estiver em isolamento no leito, que o tempo passa a ser de quinze a vinte minutos. Além disso, ressalta-se a redução da necessidade de repetir os exames, pois a nova tecnologia permite trabalhar na imagem evitando assim as repetições e reduzindo o tempo de processamento de imagem, portanto é possível atender mais em menor tempo. Vale ressaltar, que de acordo com o entrevistado, atualmente são realizados uma média de 1.200 a 1.500 exames por dia, dentre eles raio-x, mamografia, tomografia e ressonância magnética e no início, ainda que realizado por pouco tempo a comparação chegava em torno de 30% deste volume.

Outro ponto válido de ressaltar consiste na eliminação de custos provenientes a compra de películas, produtos químicos e manutenção constantes nas máquinas processadoras, que ao longo dos anos, tornam-se gastos relevantes para o processo. Além disso, o fator estrutural era um ponto necessário, em que grandes salas eram primordiais para comportar aparelhos antigos e o sistema de revelação, ademais, as películas com substrato de prato obtinham validade de dezoito meses, ocasionando uma preocupação em não comprar demais e sobrar, sendo obrigados a descartar ou comprar o insuficiente e demorar para chegar.

Destacam-se também a eliminação do espaço para armazenamento destas películas oriundas de prata, ainda que os filmes sejam finos, um aglomerado de exames ocupavam um grande local físico e isso se deve em virtude da crescente demanda pelo exame nos últimos anos. Outro fator inerente a essa questão, refere-se ao descarte, do qual, era realizado por empresas especializadas que faziam o recolhimento periódico, ainda que insuficiente, para demanda do local.

5.2 ANÁLISES DOS DADOS COLETADOS

Neste método de realização de exames, é possível obter benefícios relacionados ao paciente, ao diagnóstico e a prestação de serviço. Do ponto de vista do paciente, os ganhos referem-se a agilidade no atendimento, segurança no procedimento, redução de tempo de espera e menores doses de radiação. Em se tratando dos ganhos relacionados ao diagnóstico, estes refletem a melhor qualidade de imagem, independente da impressão realizada, a qualidade do exame permanece, ainda que se perca um pouco quando comparado com a radiografia digital direta, no entanto, imperceptível de tal modo que o diagnóstico seja seguro. Por fim, os ganhos em relação a prestação de serviço referem-se no melhoramento da agilidade no fluxo de trabalho, diminuição de custos, otimização de processos, maior produtividade no sentido de maior quantidade de realização dos exames, além de considerar diminuição na necessidade de capital humano, maior controle do procedimento, e eliminação do tempo gasto com revelação, bem como a dispensa por câmaras escuras, procedimentos de limpeza e tempo de ajustes.

Embora seja caro a implementação da radiografia digital, em virtude dos equipamentos tecnológicos, estes proporcionam uma boa rentabilidade financeira quando comparado a longo prazo, com ganho superior a 60%, deste modo o custo-benefício favorece o aumento da capacidade na execução e um alto nível de serviço. Não obstante é importante salientar que a medida em que a radiografia digital se insere no contexto tecnológico se torna inevitável não utilizar equipamentos mais modernos e integralizados, podendo ser transmitidos online para o médico, evitando o deslocamento do paciente no laboratório para o consultório ou a perda de tempo para o exame ser preparado.

Desde o final de 2021 foi iniciado um plano de reestruturação dos equipamentos, do qual demandou tamanho investimento, em que, para os próximos meses já serão implementadas máquinas mais rápidas capazes de conversar com o sistema PACS pelo DICOM. De maneira a exemplificar, o sistema DICOM é um conjunto de normas que tem por finalidade padronizar o armazenamento de imagens em formato eletrônico. Um ponto importante de ressaltar é que a aquisição dos novos equipamentos não será realizada de uma única vez, no momento eles irão investir em apenas duas máquinas fixas, cujo os exames possuem maior demanda, sendo estes a ressonância magnética e o raio-x. Para obter estes equipamentos modernos, algumas alterações estruturais se tornaram necessárias. A Instituição pretende integralizar ainda mais o sistema para implementar a radiografia digital direta, pois a qualidade da imagem captada depende de monitores próprios, rede de banda larga e sistemas que permitem demonstrar com máxima nitidez e contraste no monitor do médico em qualquer local, possibilitando o compartilhamento em seu formato padrão tanto em computadores quanto em dispositivos móveis como celulares e *tablets*, obtendo um layout responsivo, o que favorece que os laudos possam ser emitidos a distância.

Com o advento das películas de radiografia por impressão térmica, não existem mais os filmes de cristais de prata e com isso o descarte mudou. Antes as empresas especializadas na extração de prata coletavam e impulsionavam o recolhimento destes filmes, o que tornava uma cadeia progressiva e eficiente, hoje não há o mesmo interesse. Após o exame, a impressão é realizada e entregue ao paciente, caso ele não queira o material este fica na instituição para o descarte comum, nos seus devidos locais de origem:

papel e plástico. Além disso, é importante ressaltar que cerca de 60% das pessoas guardavam as radiografias convencionas por cerca de 5 anos, sem considerar aqueles que descartavam de forma incorreta ou guardavam sem nenhuma utilidade, e a prata é um minério que se descartado incorretamente pode contaminar o solo e lençóis freáticos.

Instituições de saúde são locais movimentados que demandam que o fluxo seja rápido e ininterrupto. Portanto, as impressoras não devem apresentar problemas, nem tampouco os equipamentos. Ao questionar o entrevistado sobre os equipamentos, este relatou que os equipamentos são robustos, possuem garantia estendida e manutenção preventiva, o que dificilmente acarreta alguma anormalidade.

A exigência na precisão dos trabalhos, o aumento na requisição dos exames e a diminuição de custos, como consequência a otimização do tempo. O quadro 5.1 demonstra sobre as vantagens e desvantagens dessa evolução no processamento de imagem no exame radiográfico. Os impactos começam no setor ambiental e se estendem até o financeiro, o que torna a Radiologia Digital uma solução com resultados a longo prazo muito mais benéficas em comparação com a Radiologia Convencional.

Quadro 5.1 – Vantagens da Evolução do Processo radiográfico

VANTAGENS	DESCRIÇÃO
Baixo Custo	Se comparado com a aquisição das películas de prata, a impressão em papel fotográfico pode chegar a dispensar 60% dos custos quando comparado ao outro processo da Radiografia Convencional.
Integração	Maior integração com sistemas de informação como o PACS, possibilitando a impressão em maior volume, rapidez e qualidade.
Qualidade	Em relação a qualidade, a definição de imagem pode ser full HD e com a tecnologia das impressoras o equipamento pode produzir em alta nitidez e contraste. A solução ainda proporciona fidelidade de cor entre o que foi exibido no monitor e o que foi impresso, garantindo confiabilidade e estabilidade para alcançar os melhores resultados.
Customização	A Radiografia digital, tanto direta quanto indireta propicia a criação de layouts de impressão, possibilitando a inserção de logomarcas, informações do paciente e identificação do hospital ou da clínica, aumentando assim a confiabilidade na apresentação dos resultados.
Sustentabilidade	A Radiografia Digital provê dentre suas maiores vantagens a não contaminação do solo, o descarte mais correto dos resíduos, pois são realizados em substratos de papel ou em acetatos sem a presença da prata ou qualquer outro minério que prejudicam o meio ambiente, o que certamente também gera altos custos para o descarte correto.
Investimento	A princípio o investimento na radiografia digital pode ser alto, porém se comparado com o retorno, essa oferece ganhos na otimização de processos.
Agilidade no Atendimento	Dentre as principais vantagens: o processo de atendimento ao paciente, refere-se a agilidade e rapidez. O hospital é um local em que deve haver certa disponibilidade, além é claro garantir que todas as impressoras funcionem ininterruptamente.
Redução da dose da radiação	Redução da dose utilizada em até 90% em comparação com a radiografia convencional.

Produtos Químicos	Não utilização de produtos químicos o que demandava maior cuidado no manuseio do exame.
Rapidez do diagnóstico	Por meio deste conceito integrado, é possível realizar um diagnóstico mais preciso e rápido.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Compreende-se que a radiografia convencional além de ter um processo de execução do serviço mais demorado, somente era possível estar fisicamente em um lugar de cada vez, o que não necessariamente se torna útil para ajudar no cuidado de um paciente. Além disso, é possível analisar que houve mudanças nas entradas e na transformação do processo deste serviço, ainda que a saída seja o exame realizado, este necessita de outros recursos que demandam menores custos e propiciam maiores rendimentos na qualidade do atendimento e na agilidade.

Portanto, tamanho foram os ganhos na evolução deste processo, que visa não apenas o fluxo de trabalho mais contínuo, mas também um nível de serviço melhor ao cliente livre de danos nocivos e prejudiciais.

CONCLUSÃO

Por meio deste trabalho, conclui-se que em comparação com a radiografia convencional, a radiografia digital traz diversos benefícios de otimização ao processo e com isso permite beneficiar os pacientes, os radiologistas, a instituição, bem como o meio ambiente que está inserida.

O objetivo deste estudo consistia em analisar os ganhos obtidos por intermédio da evolução na agilidade da produção de imagem radiográfica de prestação de serviço em uma unidade hospitalar na cidade de Lins/SP, vislumbrando a comparação entre a radiografia convencional e digital. Dentre estes ganhos, enquadram-se a eliminação da revelação por meio de fluídos químicos, o que favorece a redução do tempo de espera pelo paciente para que o exame seja entregue. Além disso, a implementação de um sistema digital permite atender mais pacientes em menor tempo, utilizando menos recursos de capital humano e matéria-prima e favorecendo um fluxo contínuo, com menores filas e com máxima qualidade.

Outro fator relevante consiste na redução de níveis de radiação, uma vez que era necessário a inclusão de cristais de prata nos filmes para obtenção de uma imagem com maior nitidez e contraste, cujo o tempo de exposição fosse menor, ainda assim, quando comparado com a tecnologia utilizada na radiografia digital, esta permite o tempo de exposição de segundos, em alguns casos, milissegundos, demonstrando menores riscos à saúde para o paciente e para o operador radiologista.

Não obstante, a qualidade da imagem está diretamente associada ao tempo de diagnóstico, o que permite também ganhos no atendimento.

O estudo realizado observou sobremaneira a facilidade que os profissionais realizam o processo em larga escala, provavelmente, se aderissem a radiografia digital direta, por meio do sistema PACS os benefícios seriam ainda maiores, pois observa-se uma ligeira perda de qualidade quando impresso em papel fotográfico. Contudo, para que de fato, seja implementado um sistema ultramoderno se julga necessário três coisas: estrutura física, qualificação e componentes de hardware. Isso porque para realizar um processo cujo o médico veja da mesma forma que o radiologista, é necessário que os monitores sejam específicos e tenham tecnologia adequada.

Ainda que não esteja implementado a radiografia digital direta, a equipe de trabalho averiguada possui uma facilidade de acesso às informações, uma vez que é possível salvar a imagem na radiografia computadorizada, em formato DICOM e encaminhar ao paciente ou médico.

Recomenda-se para trabalhos futuros a comparação dos ganhos na implementação da radiografia computadorizada com a radiografia digital direta. Ainda que a implementação ocorra a longo prazo, é passível de análise de custo-benefício da nova tecnologia, considerando que os avanços servem para otimizar ainda mais os processos e aumentar a comodidade e a qualidade nos atendimentos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. S. de *et al.* Estudo Comparativo Entre Sistemas Radiográficos Convencionais e Digitais: Revisão De Literatura. **Ciências Biológicas e da Saúde**: Cadernos de Graduação, Recife, v. 2, n. 3, p. 99-110, jun. 2016. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/facipesaude/article/view/3173/2084>. Acesso em: 01 ago. 2022.

ALMEIDA FILHO, F. A. de . **Geração e aplicação de raio x** .1ª edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2019. E-book. ISBN 9788536531830. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536531830/>. Acesso em: 16 set. 2022.

ANTUNES, R. S. **Resíduos de radiografias: recolha e tratamento**. 2011. 51 p. Tese (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/6192/1/Antunes_2011.pdf. Acesso em: 19 ago. 2022.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Porto Alegre: Grupo A, 2006. E-book. ISBN 9788560031467. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788560031467/>. Acesso em: 16 jun. 2022.

BASTOS, C.; KELLER, V. **Introdução à metodologia científica**. 12. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1999. 104 p.

BONTRAGER, K. **Tratado de Posicionamento Radiográfico e Anatomia Associada**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788595153035. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595153035/>. Acesso em: 16 nov. 2022.

BOTELHO, J. M.; CRUZ, V. A. G. da. **Metodologia Científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013. 152 p.

BUENO, M. B.; CRESCÊNCIO, M. da S. Radiologia na medicina atual: A importância do exame por imagem no diagnóstico do paciente. **Atenas Higeia**, Carapicuíba, v. 4, n. 1, p. 62-67, jan. 2022. Disponível em: <http://www.atenas.edu.br/revista/index.php/higeia/article/view/127/323>. Acesso em: 19 ago. 2022.

BULLER, L. S. **Logística empresarial**. Curitiba: Iesde, 2012. 126 p. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Log%C3%ADstica_Empresarial/uy6VJHCz3CMC?hl=pt-BR&gbpv=0. Acesso em: 06 out. 2021.

CAMPOS, J. T. **Raio-x**. 2019. Disponível em: <https://www.saudebemestar.pt/pt/exame/imagiologia/raio-x/>. Acesso em: 16 fev. 2022.

DAVIS, M. M; AQUILANO, N. J; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

FITZSIMMONS, J. A; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de Serviços: Operações, Estratégias e Tecnologia da Informação**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

FUNDAÇÃO PADRE DE ANCHIETA. **Descarte apropriado de filmes radiográficos**. Produção da Tv Cultura. S.l.: 2016. (4 min.), son., color. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1CZVO-7jQsk>. Acesso em: 10 jan. 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

KAWAGUTI, R. S. *et al.* Logística Reversa: Um Estudo das Radiografias (Chapas de Raio X) na Cidade de São Paulo. **Reunir - Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 2, p. 35-

49, 28 dez. 2012. Semestral. Disponível em: [file:///C:/Users/Carlene%20Caires/Downloads/87-Texto%20do%20artigo-483-2-10-20121226%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Carlene%20Caires/Downloads/87-Texto%20do%20artigo-483-2-10-20121226%20(1).pdf). Acesso em: 17 dez. 2021.

MAMEDE, M. **Tecnologia Radiológica**. São Paulo: MedBook Editora, 2019. E-book. ISBN 9786557830338. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786557830338/>. Acesso em: 01 set. 2022.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2003. 310 p.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Editora Atlas S.a, 2011. 277 p.

NASCIMENTO, C. A. **Logística integrada à gestão de estoque**: estudo de caso na empresa “x peças e equipamentos agrícolas”. Ponta Porã, n.3. 2011. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/1537>. Acesso em: 22 nov. 2021.

NAZÁRIO P. A importância de sistemas de informação para a competitividade logística. **Revista Tecnológica**, São Paulo, ano, 1999. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/a-importancia-de-sistemas-de-informacao-para-a-competitividade-logistica/>. Acesso em: 21 nov. 2021.

NUNES, C. Coordenação de Diego Barros. **Radiologia**. S.l.: Medicina Resumida, 2016. (14 min.), son., color. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vsi38wiCzFk>. Acesso em: 10 fev. 2022.

PAOLESCHI, B. **Logística Industrial Integrada - Do Planejamento, Produção, Custo e Qualidade à Satisfação do Cliente**. São Paulo: Editora Saraiva, 2011. E-book. ISBN 9788536505091. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536505091/>. Acesso em: 01 nov. 2022.

PASSOS, D. D. F; CASTRO, R. C. de. **Análise do processo de reciclagem de radiografias e seu impacto nas questões de saúde e meio ambiente**. Artigo Científico (Pós Graduação), Instituto Oswaldo Cruz, 2012.

PAURA, G. L. **Fundamentos da Logística**. 3. ed. Curitiba: E-Tec, 2011. 112 p. Disponível em: http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/464/3a_Livro_Fundamentos_da_logistica.pdf?sequence=1. Acesso em: 06 out. 2021.

PENOF, D. G; LUDOVICO, N; MELO, E. C. D. **Gestão de produção e logística** - 1ª edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2013. E-book. ISBN 9788502201958. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502201958/>. Acesso em: 07 nov. 2022.

SILVA, J. M. S; PAULA, D. A. de. **Análise da aplicação e evolução da radiografia digital**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/4226>. Acesso em: 06 out. 2021.

SLACK, N. **Administração da produção (edição compacta)**: Edição compactada. São Paulo: Atlas, 1999.

SLACK, N.; LEWIS, M. **Estratégia de operações**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOARES, F. A.; LOPES, H. B. **Equipamento radiográfico e processamento de filme** (Tekne). Porto Alegre Grupo A, 2015. E-book. ISBN 9788582603543. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582603543/>. Acesso em: 16 jun. 2022.

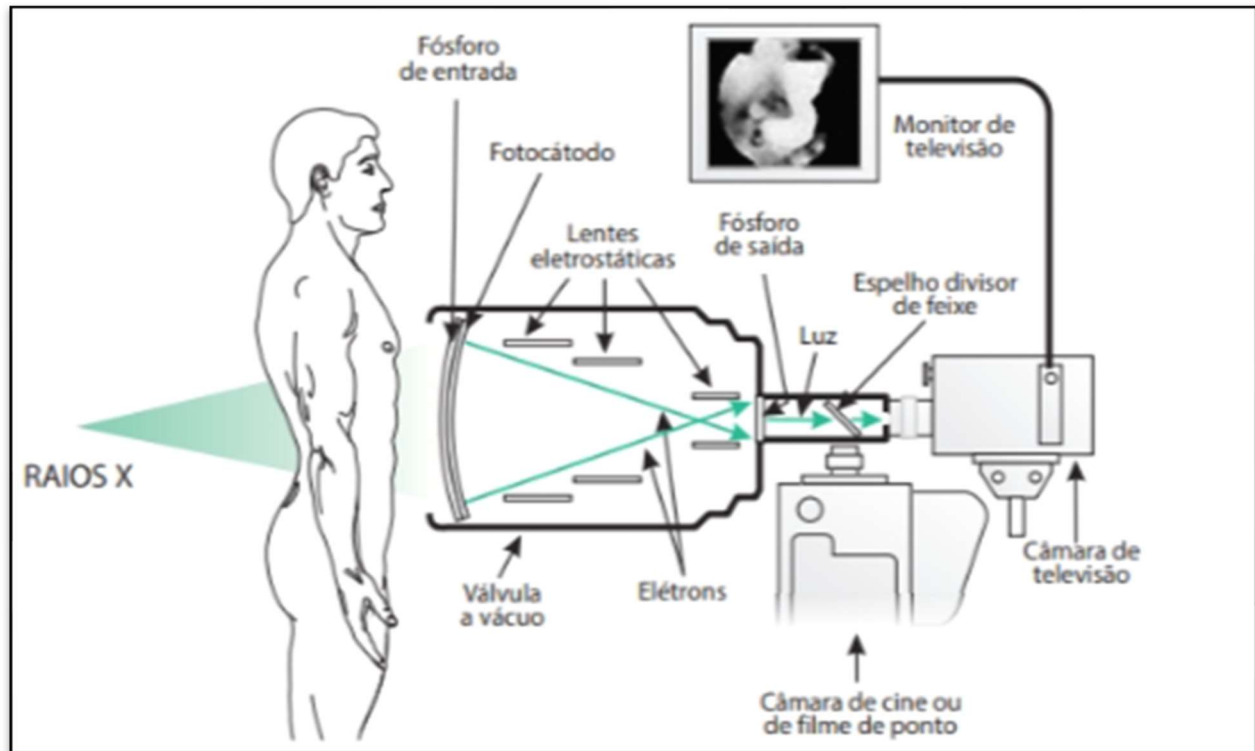
ZANATTA, J. M. Análise de Proposta de Locação de Impressora de Exames para Serviço de Diagnóstico por Imagem em Hospital de Pequeno Porte: Perspectiva Financeira. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Vale do Rio Verde, v. 6, n. 2, p. 1-9, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326687188_ANALISE_DE_PROPOSTA_DE_LOCACAO_DE_IMPRESSORA_DE_EXAMES_PARA_SERVICO_DE_DIAGNOSTICO_POR_IMAGEM_EM_HOSPITAL_DE_PEQUENO_PORTE_PERSPECTIVA_FINANCEIRA. Acesso em: 01 set. 2022.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

1. Qual método de radiologia que utiliza no hospital?
2. Já alguma vez trabalhou com o equipamento convencional? Poderia relatar a experiência.
3. Quanto tempo você atua nesta área?
4. Qual a maior diferença da Radiografia Convencional para Digital?
5. Com qual prefere trabalhar, digital ou convencional? Por quê a sua escolha?
6. Quanto tempo de radiação o paciente ficava exposto na radiografia convencional?
7. Na sua opinião, quais os maiores ganhos desta evolução no processamento da imagem radiográfica?
8. Qual a sua quantidade de exames realizadas por dia? Recorda-se da quantidade realizada anteriormente?
9. As radiografias são impressas em película ou são armazenadas em nuvem?
10. Como é realizado o processo de descarte destes exames? E como era realizado antigamente?
11. No aspecto financeiro, considera mais económico utilizar as novas tecnologias ou utilizar a convencional?
12. Costuma ocorrer retrabalho ou repetições de exames devido a erros ou outras causas? Que tipos de erros costumam ocorrer?
13. Como era o processo de manutenção antigamente?
14. Existia muitas falhas nos exames radiográficos realizados convencionalmente? E atualmente, existe muitas falhas no processo de processamento de imagem?
15. O profissional necessita de maior capacitação profissional para operar nos equipamentos de radiografia digital, seja ela direta ou indireta?
16. Atualmente, a impressão ocorre com mais frequência no papel couchê ou no *dryfilm*? Qual critério de escolha, isso é solicitado pelo médico?
17. Na sua opinião, o *dryfilm* deixará de ser impresso?
18. Quando a imagem é digitalizada para o monitor é possível incluir informações antes de imprimir o exame, tais como o nome do paciente, a hora, um número de identificação?
19. Existe uma padronização de cores? Sendo possível modificar no momento da impressão?

ANEXO A – FIGURA DO PROCESSO DE EXAME

Figura - Exemplificação dos raios-x em Radiografia Digital



Fonte: Soares e Lopes (2015).