



MARCO ANTONIO GOMES FRAZÃO

“ AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA DENSIDADE
DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS ”

Piracicaba

2012



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

MARCO ANTONIO GOMES FRAZÃO

“ AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA DENSIDADE
DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS “

Orientador: PROF. DR. FRAB NORBERTO BÓSCOLO

TESE DE DOUTORADO
APRESENTADA À FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA
UNICAMP PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE DOUTOR EM
RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA NA
ÁREA DE RADIOLOGIA
ODONTOLÓGICA.

Este exemplar corresponde à versão
final da Tese defendida pelo aluno,
Marco Antonio Gomes Frazão e
orientada pelo Prof. Dr. Frab Norberto
Bóscolo.

Assinatura do Orientador

Piracicaba

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA – CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

F869a Frazão, Marco Antonio Gomes, 1975-
Avaliação da influência do calor e da luz solar na densidade
de filmes radiográficos impressos / Marco Antonio Gomes
Frazão. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2012.

Orientador: Frab Norberto Bóscolo.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Radiologia . 2. Sistemas de informação em radiologia.
3. Impressão. 4. Filme para raios X. 5. Conversão Análogo-
Digital. I. Bóscolo, Frab Norberto, 1942- II. Universidade Estadual
de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

Título em Inglês: Evaluation of the influence of heat and sunlight on density
of printed radiographic films

Palavras-chave em Inglês:

Radiology

Radiology Information Systems

Printing

X-Ray Film

Analog-Digital Conversion

Área de concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Doutor em Radiologia Odontológica

Banca examinadora:

Frab Norberto Bóscolo [Orientador]

Flávia Maria de Moraes Ramos Perez

Israel Chilvarquer

Francisco Haiter Neto

Eduardo Daruge Junior

Data da defesa: 14-12-2012

Programa de Pós-Graduação: Radiologia Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 14 de Dezembro de 2012, considerou o candidato MARCO ANTONIO GOMES FRAZÃO aprovado.

Prof. Dr. FRAB NORBERTO BOSCOLO

Profa. Dra. FLÁVIA MARIA DE MORAES RAMOS PEREZ

Prof. Dr. ISRAEL CHILVARQUER

Prof. Dr. FRANCISCO HAITER NETO

Prof. Dr. EDUARDO DARUGE JUNIOR

Dedico este trabalho aos meus pais e aos meus filhos.

Ao meu pai, que na sua inteligência e simplicidade, fez-me ter como objetivo de caráter, os seus caminhos.

A minha mãe, que participou comigo dos momentos mais difíceis do início deste trabalho. E que sua VITÓRIA, me deu forças para lutar por uma vida com mais felicidade.

Aos meus filhos, porque é por causa deles que não cabe à nossa vida, a opção DESISTIR.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS

A DEUS.

Ao Diretor da FOP, Prof. Dr. Jacks Jorge Junior.

Ao Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo por ter aceitado, com todas as minhas dificuldades pessoais, me acompanhar nesse sonho.

A Professora Dra. Solange Maria de Almeida por ter tido amor de mãe para comigo no momento mais difícil da minha vida.

As amigas Flávia e Joanna.

A minha amiga, ex-aluna, monitora, estagiária Camila Santiago, pela ajuda imprescindível na parte experimental desta pesquisa.

À KaVo do Brasil, por todo o apoio prestado.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

A Luciane, secretária da Pós-Graduação de Radiologia da FOP/Unicamp, sempre amiga e prestativa com respostas rápidas e precisas.

Aos colegas de trabalho: Vanusa de Paula, Manoel Santana, Henrique Azevedo, Giancarlo Schineider, Maycon Silva e Leandro Marchiori.

*“Muitas vezes é necessário que tudo se perca,
para que se possa novamente recomeçar.
recomeçar, com maior experiência, com mais vida,
com mais amor, com mais dedicação,
e principalmente com mais esperança...”.*

Retirado da internet – autor desconhecido

RESUMO

Com este estudo, teve-se a proposta de avaliar a modificação da densidade de 4 cores (branco, cinza claro, cinza escuro e preto) em filmes radiográficos impressos por duas tecnologias dry seca: termográfica (AGFA) e fototermográfica (KODAK). Para isso, foi utilizada uma amostra formada por 18 grupos com 6 corpos de prova para cada uma das tecnologias de impressão totalizando um experimento com 216 corpos de prova submetidos às temperaturas de 40°C, 60°C e 80°C, pelos tempos de 30, 60 e 120 minutos com e sem a exposição solar. Nestes foram realizadas análises densitométricas antes e depois da exposição aos fatores estudados e os dados obtidos submetidos aos testes estatísticos de: Kruskal Wallis, Mann-Whitney e Wilcoxon para dados pareados com nível de significância de 5%. Pôde-se observar que as cores avaliadas impressas no filme pela tecnologia termográfica (AGFA) modificam sua densidade a partir de combinações de exposição a 60°C e 120 minutos e a 80°C e 30 minutos sem a exposição ao sol e a partir de 40°C e 30 minutos com exposição solar, e no filme impresso pela tecnologia fototermográfica (KODAK) modifica sua densidade a 40°C a partir de 30 minutos com e sem a exposição solar. Concluiu-se que o aumento da temperatura de armazenamento bem com a exposição à luz solar modificam a densidade dos filmes radiográficos impressos pelas tecnologias dry seca avaliadas.

Palavras Chave: Radiologia, sistemas de informação em radiologia, Impressão, filme para raios X, conversão análogo-digital.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the density modification of 4 colors (white, light gray, dark gray and black) in films printed by two dry technologies: thermographic (AGFA) and photothermographic (KODAK). A sample consisting of 18 groups with six specimens per printing technologies was used, totaling an experiment of 216 evaluated specimens when subjected to temperatures of 40°C, 60°C and 80°C, for periods of 30, 60 and 120 minutes with and without sunlight exposure. These specimens were submitted to densitometric analysis before and after exposure to the studied factors and data were subjected to the following statistical tests: Kruskal Wallis, Mann-Whitney and Wilcoxon for paired data. It was observed that the evaluated colors printed on the film by thermographic technology (AGFA) modify their density at exposures to 60°C and 120 minutes, and without sunlight exposure at the temperature of 80°C after 30 minutes, and with sunlight exposure from 40°C and 30 minutes, and the film printed by photothermographic technology (KODAK) modifies its density at 40°C from 30 minutes with and without sunlight exposure. It was concluded that the increase of storage temperature and sunlight exposure modify the density of radiographic films printed by dry technologies.

Keywords: Radiology, radiology Information systems, printin, X-ray film, analog-digital conversion

LISTA DE ABREVIATURAS

2D	-	Duas dimensões
3D	-	Três dimensões - Tridimensional
ANSI	-	<i>American National Standards Institute</i>
BI-RADS	-	<i>Breast Imaging-Reporting and Data System</i> (classificação desenvolvida para ser utilizada com a mamografia)
BITS	-	Menor parte da informação digital
CFM	-	Conselho Federal de Medicina
CFO	-	Conselho Federal de Odontologia
DICOM	-	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
DOU	-	Diário Oficial da União
DRY	-	Impressão em filmes radiográficos
DPI	-	Pontos por polegada (dotch per inch)
NHTSA	-	<i>Nacional Highway Traffic Safety Administration</i> – órgão Americano de segurança de tráfego.
PACS	-	<i>Picture Archiving and Communication System</i> - Sistema de Comunicação e Arquivamento de Imagens

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DA LITERATURA	03
3 PROPOSIÇÃO	11
4 MATERIAL E MÉTODOS	12
5 RESULTADOS	19
6 DISCUSSÃO	44
7 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	51
BIBLIOGRAFIA	54

1 INTRODUÇÃO

O exame clínico em Odontologia é de grande importância para o verdadeiro conhecimento do profissional da real condição clínica de seus pacientes. Deve ser pautado em uma boa anamnese, um bom exame físico associado aos exames complementares que sejam julgados necessários.

Para a clínica Odontológica, o exame radiográfico representa o principal complemento utilizado para o diagnóstico, planejamento e controle dos tratamentos que envolvem o complexo buco-maxilo-facial. Este pode ser realizado pelo profissional no seu consultório ou ser solicitado a uma Clínica de Radiologia Odontológica especializada. Em todas as situações, os exames por imagem devem ser realizados dentro do mais alto rigor, desde o posicionamento do paciente, a execução da técnica e o processamento radiográfico para as radiografias convencionais, como a impressão das imagens digitais, que ainda é uma prática comum no Brasil.

A radiografia convencional, quando realizada, dentro dos preceitos da técnica radiográfica, com tempo de exposição, posicionamento e conceitos de processamento ideais, tem durabilidade muito extensa, suficientes para atender os períodos exigidos pela legislação vigente.

Os exames realizados por receptores digitais, como os de ressonância magnética, tomografia computadorizada, ultrassonografia, medicina nuclear e radiologia digital, após adquiridos, são apresentados diretamente na tela do computador, sendo possível a realização do diagnóstico, transmissão para sistemas de distribuição de imagens (PACS) e utilização em softwares de auxílio ao diagnóstico e reconstruções em 2D e 3D. Quando há a necessidade de impressão de cópias, a utilização de impressoras de filmes com tecnologia laser a seco ou molhado é uma alternativa comum nas Clínicas de Radiologia.

O questionamento sobre a qualidade da impressão e principalmente da durabilidade do exame impresso é uma constante preocupação por parte dos Radiologistas e Clínicas especializadas. Caso um profissional seja acusado de conduta inadequada, cabe a ele provar que agiu de forma correta e adequada, sendo imprescindível que tenha o prontuário bem registrado, associado a imagens radiográficas de boa qualidade, de modo que permita consultas e avaliações posteriores (Daruge, 1978; Vital, 2008).

Após a digitalização quase que maciça dos meios de aquisição das imagens, a impressão ficou a cargo das tecnologias dry, com predominância pela tecnologia seca, pela maior simplicidade de seu uso (Khalifah *et al.*, 2007); com isso, a durabilidade dessas impressões também deve corresponder aos prazos exigidos para que as imagens digitais possam ser descartadas.

Conforme visto até então, a necessidade da realização de imagens digitais e impressão dessas dentro dos conceitos de qualidade e principalmente durabilidade são importantes para que o Cirurgião Dentista atenda a legislação vigente, bem como possa proteger-se de acusações ético-legais durante sua vida profissional.

Sendo o Brasil um país continental, com regiões onde o calor predomina no ano todo, não podemos deixar de reconhecer a possibilidade de exposição das radiografias a temperaturas e luz solar durante o seu transporte e armazenamento.

Desta forma, é necessário o conhecimento da possível influência do tempo, da temperatura e da luz solar na durabilidade dessas imagens radiográficas impressas nas duas tecnologias de impressão dry-seca mais utilizadas atualmente, alvo principal deste estudo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 REGISTRO DE IMAGENS RADIOGRÁFICAS EM FILMES

As impressoras de câmera a laser, devido à sua grande qualidade e a possibilidade de trabalho com imagens em vários formatos digitais, são muito utilizadas em tomografias computadorizadas, ressonância magnética e ultrassonografias. Segundo Gahleitner *et al.*, 1999, a primeira impressora de câmera a laser foi introduzida em 1983 e foi baseada em um sinal de vídeo analógico e tinha, por isso, todas as limitações inerentes à tecnologia analógica. A geração seguinte de impressoras laser já foi capaz de receber imagens em formato digital o que eliminou o problema da degradação de sua qualidade devido à conversão análogo-digital. Apresentaram melhoria de sua qualidade, bem como aumento da resolução e durabilidade dos filmes utilizados como insumos. Em 1996, houve a introdução da tecnologia dry seca, capaz de produzir o mesmo tipo de imagem transparente com uma ampla escala de cinza tal como a tecnologia anterior “molhada” sem a necessidade do uso de químicos e consequente formação de resíduos.

Segundo Zahringer *et al.* (2001), nos dois métodos de obtenção de imagens radiográficas (convencional e digital), o filme é o meio mais utilizado para arquivamento dos achados radiológicos. E a utilização de Impressoras dry a seco para impressão dos exames digitais é interessante, principalmente com a expansão e descentralização dos serviços de imagens, que demandam um pequeno número de impressões. Com essa tecnologia, a imagem em filme passou a poder ser impressa no local em que os exames são realizados com um tempo médio de 90 segundos e uma resolução óptica superior a 300 dpi e escala de profundidade de cinza de 12 bits.

2.2 TIPOS DE IMPRESSÃO DE IMAGENS DIGITAIS RADIOGRÁFICAS

Para Zahringer *et al.*, 2001, o termo dry seca refere-se aos vários tipos de métodos de reprodução em que a película não tem que ser lavada para remoção dos halogenetos de prata fotossensíveis. Os sistemas de documentação a seco são menores em tamanho (cerca de 0,5 m²), o que significa que eles podem ser usados em qualquer lugar que é, portanto, mais interessante para o processo de organização. Essas impressoras devem ter conformidade com a American National Standards Institute (ANSI) e, para atender sua conformidade, a perda de densidade esperada dentro de 20 anos é de no máximo 10%.

Segundo Khalifah *et al.*, 2005, há dois tipos de tecnologias a laser que podem ser utilizadas para imprimir imagens radiográficas digitais em filmes, um sistema molhado e um a seco. Nas impressões a laser molhada, químicos líquidos são usados para processar os filmes por meio de quatro etapas: revelação, fixação, lavagem e secagem. Esses produtos químicos encarecem sua utilização e produzem resíduos perigosos, além de exigir um fornecimento de água contínuo e necessidade de drenagem.

Em 2006, Khalifah *et al.*, explicaram que os filmes utilizados por meio da tecnologia fototermográfica a seco são expostos à luz para formar uma imagem latente e são revelados pela exposição ao calor, ou seja, a exposição a luz do laser acelera uma reação de decomposição térmica, que amplifica a imagem latente mais do que nas áreas não expostas a luz. Quando expostos ao calor, os cristais de haleto de prata presentes nas áreas sensibilizadas são reduzidos à prata metálica. Na tecnologia termográfica, os filmes não têm cristais de haleto de prata e, portanto, nenhuma imagem latente é formada. As imagens são registradas diretamente sobre os filmes com a aplicação de calor, normalmente utilizando resistivas cabeças de impressão térmicas. O processo seco é econômico, livre de processamento químico e fácil de configurar em qualquer ambiente do hospital.

De acordo com Khalifah *et al.*, 2007, quatro grandes tipos de impressão a laser foram desenvolvidos nos últimos tempos: fototermográfica (baseada na sensibilização de prata por laser), termográfica (filmes sensíveis ao calor), por difusão térmica (papéis sensíveis ao calor) e *adherographic* (baseada em adesão de partículas de carbono); desses, a fototermográfica e a termográfica são utilizadas em radiologia e a fototermográfica pode ter sua finalização realizada por dois meios, molhado ou químico e a seco. A maior diferença entre os filmes impressos por uma tecnologia a laser processada quimicamente e os processados a seco, é que quando o processamento se dá por líquidos, os químicos do filme que sobram após a sua sensibilização são removidos durante a etapa de lavagem e nos filmes processados a seco os produtos químicos transformados são deixados sobre os próprios filmes, podendo continuar seu processamento durante longos períodos de tempo ou caso sejam expostos ao calor, luz ou ambos. Erros nos estágios de processamento, revelação, banho intermediário, fixação, lavagem final e secagem, bem como a utilização de químicos deteriorados podem interferir diretamente na durabilidade da imagem obtida.

De acordo com Liang *et al.*, 2010, com o desenvolvimento de um arquivamento de imagens e sistema de comunicação (PACS), imagens digitais ou cópias eletrônicas têm sido amplamente aceitas como meio de interpretação por radiologistas em todo o mundo. No entanto, cópias impressas continuam a ser indispensáveis para documentação de imagens, especialmente nas configurações de gerenciamento ambulatorial. Cópias de radiografia digital são rotineiramente geradas por impressoras a laser molhada e seca. Impressão a laser molhada, além da possibilidade de contaminar o meio ambiente, exige um tratamento cuidadoso para contornar a instabilidade na qualidade da imagem. Já a Impressão laser a seco com aquecimento dos filmes é um processo caro, especialmente quando se referem aos sistemas de saúde nos países em desenvolvimento.

2.3 QUALIDADE DA IMPRESSÃO DAS IMAGENS RADIOGRÁFICAS

A informação disposta em películas plásticas após a impressão deve corresponder fielmente aos exames obtidos de maneira convencional, forma já consolidada pela Odontologia mundial. Essa necessidade leva ao questionamento tanto da qualidade da impressão quanto de sua durabilidade, que deve corresponder ao máximo à de sua antecessora, a técnica radiográfica convencional.

Krupinski, em 1996, avaliou 40 exames obtidos por meio de equipamentos de: tomografia computadorizada, ressonância magnética e ultrassom, impressos em sistemas dry seca e molhada avaliados por 10 radiologistas, não observando diferenças estatísticas entre os sistemas molhado e seco.

Schueller *et al.*, em 2006, compararam a qualidade da imagem de mamografias digitais impressas, utilizando uma imagem padronizada impressa em uma impressora laser molhada e em uma impressora laser de papel. Os autores observaram que a qualidade do diagnóstico de calcificações com características neoplásicas usando o BI-RADS fora subestimado em 43,5% dos casos, quando avaliados em impressões feitas no papel, classificando as impressões realizadas em impressora laser molhada como superior em todos os parâmetros avaliados. Concluiu-se, portanto, que a impressão de exames radiográficos de mamografias digitais não deve ser realizada em impressoras laser de papel.

Em 2006, Khalifah *et al.* avaliaram a detectabilidade de microcalcificações e massas tumorais em imagens de mamografias digitais impressas por um sistema a laser molhado e um laser a seco, por cinco radiologistas, onde não foram observadas quaisquer diferenças estatisticamente significativas.

Liang *et al.*, em 2010, avaliaram comparativamente em exames de mamografia digital a qualidade diagnóstica de imagens pré-selecionadas

impressas em impressoras laser de papel e impressoras laser a seco e constataram, que a qualidade da impressora laser a seco é superior às impressoras a laser de papel, sendo essa última não indicada para impressão de exames com fins diagnósticos.

2.4 EXIGÊNCIAS LEGAIS

Daruge, em 1978, já citara a necessidade de conscientização da classe médica, Odontológica e todo o seu pessoal técnico/administrativo, para o correto preenchimento dos prontuários clínicos dos pacientes, seu correto arquivamento em boas condições para posterior consulta e avaliação.

De acordo com Crosby & Crosby, 1987, a companhia Norte-Americana de Seguros Medical Protective Co publicou que um em cada doze ortodontistas americanos está sujeito a um processo jurídico por tratamento inadequado, recomendando aos seus associados condutas preventivas, como obter registros completos antes do tratamento e mantê-los em perfeitas condições após o tratamento.

O código de Defesa do Consumidor (1990) nos artigos 26 e 27 define que o início da contagem do prazo decadencial é de 90 dias a partir do término da execução do serviço, porém, nos casos de vício oculto, situação que abrange boa quantidade dos serviços odontológicos, o mesmo prazo inicia-se apenas a partir do conhecimento do defeito. Cita ainda que o prazo prescricional, prazo em que se pode pleitear a reparação do dano é de 05 anos, levando a conclusão de que o prontuário odontológico deve ser guardado por toda a vida do profissional, pois não se sabe quando o mesmo poderá ser solicitado.

Nogueira, em 1994, considerou que segundo o código de defesa do consumidor brasileiro (1990), “- o consumidor não está obrigado a provar que tomou todas as medidas preventivas necessárias para evitar um defeito ou um acidente, deve-se exigir do consumidor o que o comum dos homens leigos o

faria”. Trazendo com isso, a necessidade maior de defesa por parte dos Cirurgiões Dentistas do que dos pacientes.

Silva e Malacarne, em 1999, citaram que a consequência direta dessa nova lei foi a grande elevação da frequência de ações ético-legais geradas contra profissionais e que a relação profissional *versus* paciente, dentro do consultório de Odontologia passou a ter uma conotação mais responsável envolvendo, inclusive a necessidade de um conhecimento jurídico e civil maior pelo profissional. Dessa forma, o prontuário clínico passou a ter uma importância evidente, tendo em vista que suas informações passam a ser consideradas “chaves” dentro da possibilidade de processos civis e criminais contra a classe profissional Odontológica.

França, em 2003, sintetizou que a propriedade do paciente sobre sua documentação constante no prontuário refere-se somente à disponibilidade permanente de informação, e do médico ou instituição, o direito de guarda.

Em 2012, o código de Ética Odontológica, no seu Capítulo VII, no tocante aos documentos odontológicos, Art. 17º, “É obrigada a elaboração e manutenção ... e sua manutenção em arquivo próprio seja de forma física ou digital”, que traz para o Cirurgião Dentista dentre outras coisas, a responsabilidade tanto pela guarda, como também pelo zelo e responsabilidade de sua durabilidade.

A resolução do Conselho Federal de Medicina, Nº. 1.821/07, publicada no D.O.U. de 23 de novembro de 2007, Seção I, pg.252, revogou a Resolução Nº. 1.331/89 e em seu artigo 8º resolve, “Estabelecer o prazo mínimo de 20 (vinte) anos, a partir do último registro, para a preservação dos prontuários dos pacientes em suporte de papel, que não fora arquivado eletronicamente em meio óptico, microfilmado ou digitalizado”.

Segundo Vital, 2008, quando um paciente acusa um Cirurgião Dentista de conduta inadequada, cabe a esse último provar que agiu de forma correta e adequada, sendo imprescindível para isso, que o profissional tenha o prontuário

bem registrado associado a imagens radiográficas de boa qualidade para facilitar sua defesa.

Holanda *et al.*, em 2010, relataram que com a publicação do Código de Defesa do Consumidor, Lei 8078/90, registrou-se uma significativa mudança de comportamento por parte dos pacientes/clientes que, conscientes dos seus direitos, começaram a buscar o ressarcimento pelos possíveis danos provocados em decorrência do tratamento Odontológico. Na maioria desses casos ocorre a inversão do ônus da prova, ou seja, não é o paciente reclamante que deve provar que o tratamento odontológico foi mal executado e produziu o dano, mas o profissional, utilizando-se de uma documentação que sendo bem elaborada, poderá comprovar que cuidou da saúde do paciente dentro dos princípios preconizados pela ciência Odontológica.

Conforme visto até então, a realização de imagens radiográficas dentro dos conceitos de qualidade e principalmente durabilidade, são importantes para que o Cirurgião Dentista atenda à legislação vigente bem como possa proteger-se de acusações ético-legais durante sua vida profissional.

A não ser nos casos de disposição especial em contrário, vigora o conceito de que as ações pessoais prescrevem em 10 anos, no caso da pretensão de reparação civil esta, prescreve em 03 anos de acordo com o novo código Civil Brasileiro (janeiro de 2002). Valendo ainda o conceito de que as responsabilidades jurídicas transmitem-se como herança, ou seja, os danos cometidos por um profissional de saúde, podem ser ressarcidos aos familiares mesmo após a morte da vítima, desde que comprovada à culpa do profissional.

Atualmente, o desenvolvimento tecnológico possibilita que os documentos sejam arquivados de maneira sintética, não necessitando dessa forma, o arquivamento de todos os documentos originais (Processo. - consulta CFM Nº. 6.979/98 PC/CFM/Nº. 25/2000). Além de que, depois de decorrido prazo não inferior a 10 (dez) anos, segundo a resolução CFM Nº. 1.331/89: “(...) Art. 2º: “(...) o prontuário pode ser substituído por métodos de registro capazes de

assegurar a restauração plena das informações nele contidas (...). Considerando ser essa possibilidade um importante instrumento de modernização, a impressão posterior das imagens radiográficas, atende ao requisito de restaurar plenamente as informações quando de sua necessidade legal ou civil.

2.5 ODONTOLOGIA FORENSE

Wood em 2006, relatou que as radiografias *antemortem* devem ser avaliadas quanto à qualidade, tipo e tempo de exame, para que as radiografias *postmortem* sejam realizadas nas mesmas condições e a comparação de identificação seja feita dentro melhor padrão possível.

De acordo com Compobasso, *et al.*, em 2007, as radiografias são reconhecidamente de larga utilização como meio de diagnóstico e, por isso, uma fonte importante de material de comparação por serem registros *antemortem*. Quando da comparação de radiografias, os seios frontais ou até restaurações podem conferir singularidade e favorecer o processo de identificação.

3 PROPOSIÇÃO

Avaliar o efeito da temperatura e da exposição à luz solar na modificação da densidade de imagens radiográficas impressas por duas tecnologias dry-seca: a termográfica e fototermográfica.

4 MATERIAL E MÉTODOS:

4.1 EQUIPAMENTOS

4.1.1 IMPRESSORAS

Foram utilizadas duas impressoras dry a seco:

-Impressora termográfica, fabricada pela AGFA DS4500 – AGFA Corporation, Mortsel – Bélgica.

-Impressora fototermográfica fabricada pela KODAK DryView 8900 – Carestream Health – Rochester, Nova York - EUA.

4.1.2 ESTUFA

Uma caixa de vidro, denominada nesse trabalho de estufa, foi projetada e fabricada com vidro transparente de 6 mm de espessura, medindo 25 cm de comprimento, 40 cm de largura e 15 cm de altura, com tampa lateral de madeira, dotada de 3 orifícios: um maior e inferior, para entrada de ar quente, e dois menores superiores, para saída de ar quente. Na parte interna da tampa, foi adaptada uma prateleira de madeira que fazia com que o compartimento principal ficasse dividido ao meio. Nessa prateleira divisória, foram depositados os corpos de prova a serem expostos ao calor, tempo e iluminação solar e no outro compartimento a entrada de ar quente para provocar a elevação e manutenção do calor pretendido a ser avaliado. (Figura 1)

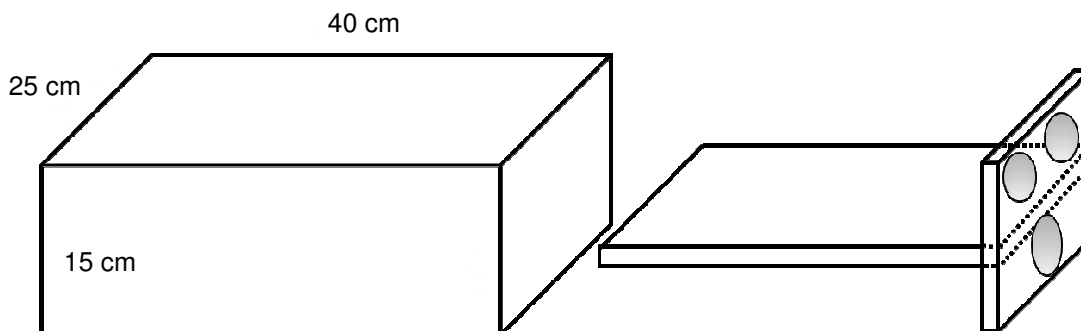


Fig. 1 – Desenho esquemático da “estufa” de vidro construída

Para provocar a elevação da temperatura, foi utilizado um secador de cabelos da marca ARNO, modelo *sign* 1300W (Zona Franca de Manaus, Amazonas, Brasil), no qual foi adaptado um potenciômetro na entrada da rede elétrica, para possibilitar o controle da temperatura e velocidade do ventilador e consequente manutenção da temperatura constante no interior da estufa (Figura 2). A saída de ar quente do ventilador ficava acoplada ao orifício da tampa de entrada de ar quente.



Fig. 2 – Secador de cabelos adaptado

4.1.3 TERMÔMETROS

Para a mensuração da temperatura, foram utilizados dois termômetros:

- Termômetro digital sem contato (infravermelho), do tipo pistola, da marca *minipa*, modelo MT-360 (Mogi das Cruzes, São Paulo, Brasil), com taxa de erro aceitável de 2% ou 2 °C , para a medição da temperatura da película (Figura 3).



Fig 3. Termômetro digital sem contato (infravermelho)

- Termômetro digital portátil, com resolução de 0,1 °C / 0,1 °F, precisão básica de 1 °C / 1,8 °F da marca *minipa*, modelo MV-370 (Mogi das Cruzes, São Paulo, Brasil), dotado de uma vareta de aço inoxidável com comprimento de 130 mm destacável do corpo do instrumento, que era posicionado dentro da estufa de vidro com o intuito de medir e possibilitar a manutenção da temperatura interna da mesma, de acordo com o proposto, usando o potenciômetro adaptado junto ao secador de cabelos acoplado a estufa (Figura 4).



Fig 4. Termômetro digital com vareta

4.1.3 DENSITÔMETRO

Para as medidas da densidade óptica, foi utilizado um densitômetro profissional X-Rite Modelo 341 (Grandville, Michigan, EUA) (Figura 5).



Fig 5 . Densitômetro X-Rite modelo 341

4.2 CORPOS DE PROVA

Foi criada uma escala no software Adobe Photoshop 6.0, representada por quatro quadrados de aproximadamente 1 cm² alinhados, no qual, os quadrados externos foram preenchidos com o máximo de escurecimento (cor preta denominada pelo software utilizado) e o mínimo de escurecimento possível (cor branca denominada pelo software utilizado, correspondendo a densidade base-velamento do filme utilizado ou ausência total de pigmento) e os dois internos foram preenchidos com respectivamente, 40%, 70% de cinza dentro da escala disponível no mesmo software utilizado (Figura 6).

Esses corpos de prova foram gravados no formato JPG, convertidos por importação no formato DICOM utilizando o software DICOMPRINTER do E-FILM, Merge Healthcare (Chicago, Illinois, EUA) e impressos em filmes do tamanho 10 x 12 polegadas (25 x 30 cm), nas duas tecnologias propostas. Em cada folha de filme impresso foram obtidos 12 corpos de prova, que foram separados por meio de uma tesoura. Em seguida, foram formados grupos com 06 corpos de prova sempre impressos no mesmo filme para evitar as diferenças entre as películas impressas, que foram acondicionados em caixa apropriada, protegendo-os totalmente do calor e da luz.

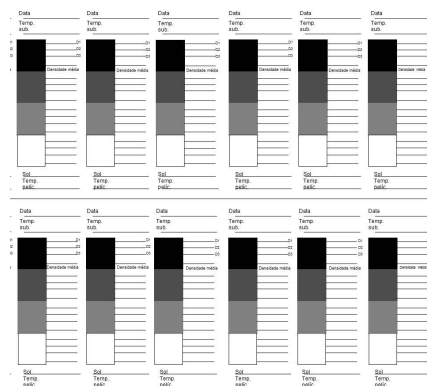


Fig. 6 – corpos de prova impressos

4.3 MÉTODO

Foi impresso um total de 216 corpos de prova por meio de duas tecnologias de impressão dry seca; desses, 108 foram impressos em tecnologia termográfica (AGFA) e 108 impressos em tecnologia fototermográfica (KODAK). Em seguida, foram agrupados em 36 grupos de 06 corpos de prova cada, totalizando 18 grupos para cada uma das tecnologias de impressão utilizada, conforme representados na figura 7.

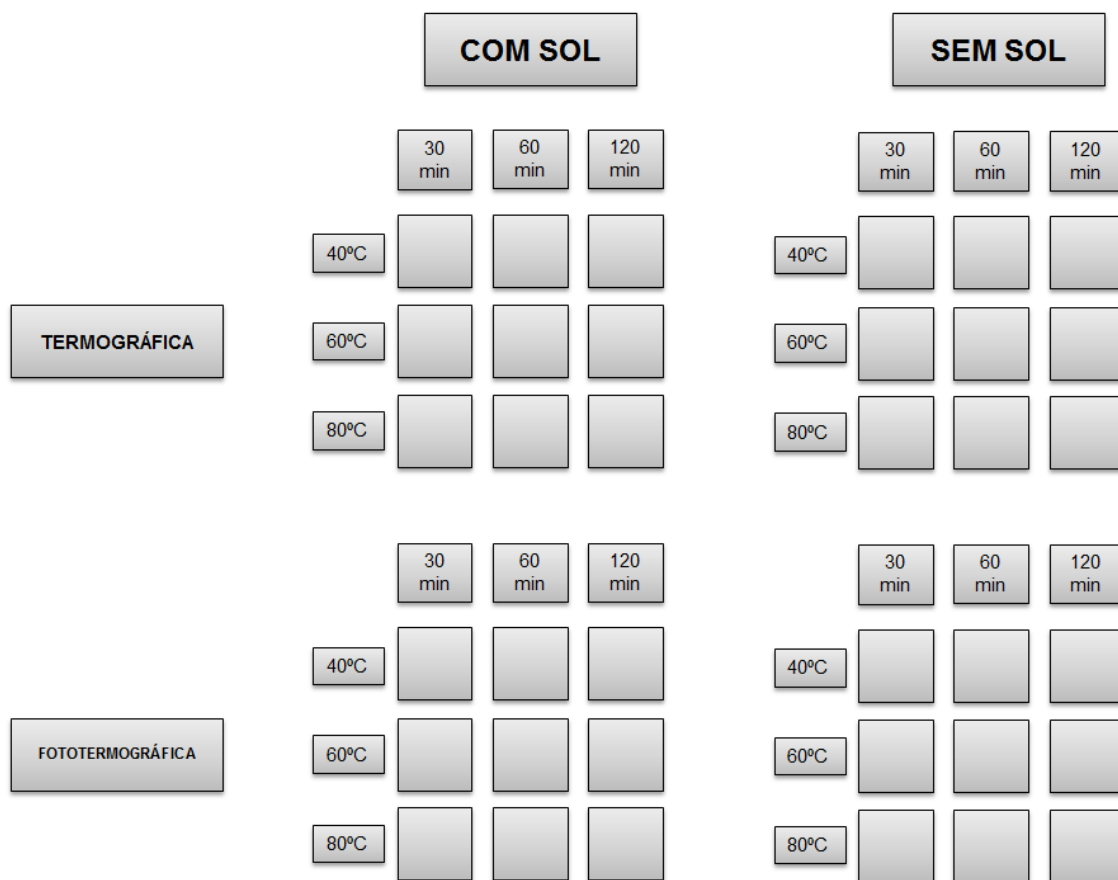


Fig. 7 – Representação dos grupos formados pelos corpos de prova.

Antes das exposições aos fatores pré-determinados, tanto o termômetro de vareta quanto o secador de cabelos adaptado foram posicionados nos orifícios de saída e entrada de ar respectivamente. Através do potenciômetro adaptado ao secador de cabelo regulava-se a temperatura interna da estufa estabilizando-a na temperatura desejada para cada etapa do experimento.

Para cada tipo de equipamento de impressão experimentado, 09 grupos foram expostos apenas ao calor dentro da estufa, protegidos da luz solar, e os outros 09 expostos dentro da estufa e a mesma exposta ao sol. Dos 09 grupos expostos em cada situação já citada, três deles foram expostos à temperatura de 40°C, sendo um a 30 minutos, outro a 60 minutos e outro a 120 minutos. Outros três foram expostos à temperatura de 60°C e outros três a 80°C nos mesmos tempos supracitados, a 30, 60 e 120 minutos.

Antes e após as exposições, os corpos de prova tiveram suas densidades das cores: branco, cinza claro, cinza escuro e preto, mensuradas com o densitômetro em três pontos dentro do mesmo quadrado/escala, sendo considerada a média aritmética. Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo examinador calibrado.

4.4 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Os dados foram submetidos à análise estatística, utilizando os testes não paramétricos de Wilcoxon, Mann-Whitney e de Kruskal-Wallis, obtendo média, desvio padrão, mediana e as diferenças entre as variações como técnicas da estatística descritiva e comparação das variações como técnicas de estatística inferencial. A margem de erro utilizada foi de 5%. O programa estatístico utilizado para digitação dos dados e obtenção dos cálculos estatísticos foi o SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 17.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS – RESULTADOS –

5 RESULTADOS

Nas figuras 08 e 09 são apresentadas amostras de um corpo de prova de cada grupo do experimento aleatoriamente selecionados, obtidos posteriormente a exposição aos fatores propostos na tecnologia termográfica e fototermográfica respectivamente.

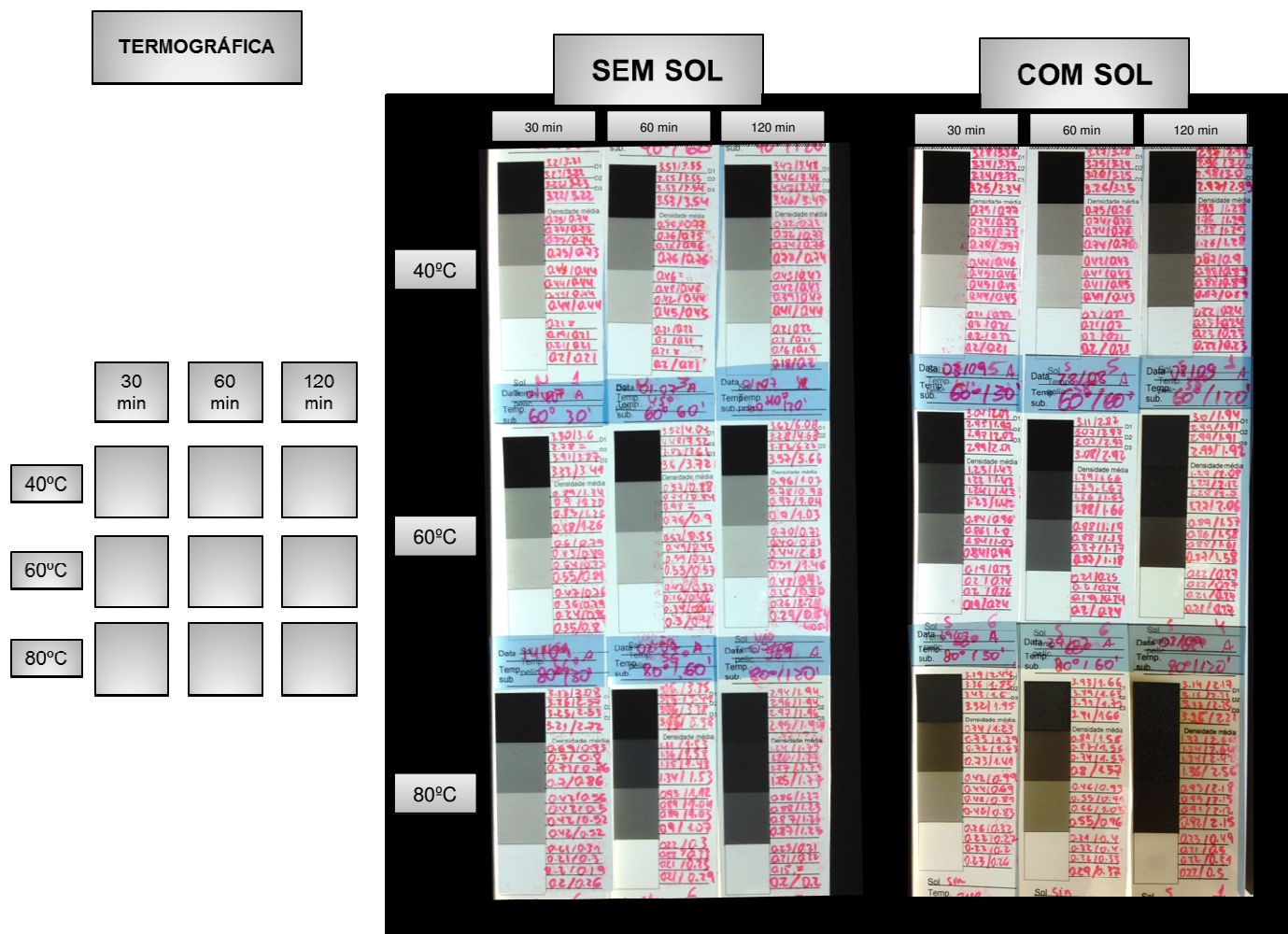


Fig. 8 – Amostra dos corpos de prova impressos pela tecnologia termográfica após exposição aos fatores propostos.

5.1 Avaliação da cor branca (densidade base-velamento)

Na Tabela 01, são apresentados os resultados da variação da densidade da cor branca por tipo de impressão, temperatura, tempo e exposição ou não ao sol.

Nessa tabela verifica-se diferença significativa nas variações da densidade da cor branca no filme AGFA sem exposição ao sol, na temperatura de 60°C no tempo de 120 minutos e na temperatura de 80°C no tempo de 60 minutos. Com exposição ao sol, houve diferença nas temperaturas de 60°C e 80°C em todos os tempos avaliados.

No filme KODAK verifica-se diferença significativa nas variações da densidade da cor branca nos filmes sem exposição ao sol na temperatura de 40°C nos tempos de 30 e 120 minutos, temperaturas de 60°C e 80°C nos tempos de 60 e 120 minutos e, em quase todas as situações com exposição ao sol, exceto na temperatura de 40°C com 60 minutos e na temperatura de 60°C com 30 minutos.

Para as variáveis que mostraram diferença significativa é possível verificar que as médias da densidade da cor branca foram sempre mais elevadas após a exposição às condições avaliadas, principalmente nos dois tipos de impressão na temperatura de 80°C. Nessa temperatura, as médias foram ainda mais elevadas na condição com exposição solar utilizando o filme KODAK.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

Tabela 01 – Resultados dos valores da densidade da cor branca antes e depois, por tipo de impressão, temperatura, tempo e exposição ou não ao sol.

por tipo de impressão, temperatura, tempo e exposição eu nas do 60.					
Filme/Exposição	Temperatura	Tempo (minutos)	Avaliação		Valor de p
			Antes Média ± DP (Mediana)	Depois Média ± DP (Mediana)	
• AGFA					
Sem sol	40°C	30	0,21 ± 0,01 (0,21)	0,21 ± 0,01 (0,21)	p ⁽¹⁾ = 1,000
		60	0,20 ± 0,01 (0,21)	0,21 ± 0,00 (0,21)	p ⁽¹⁾ = 0,250
		120	0,20 ± 0,02 (0,21)	0,21 ± 0,01 (0,21)	p ⁽¹⁾ = 0,250
	60°C	30	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,21 ± 0,01 (0,20)	p ⁽¹⁾ = 0,500
		60	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,21 ± 0,01 (0,21)	p ⁽¹⁾ = 0,125
		120	0,20 ± 0,01 (0,19)	0,22 ± 0,01 (0,22)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	80°C	30	0,22 ± 0,01 (0,22)	0,24 ± 0,03 (0,24)	p ⁽¹⁾ = 0,125
		60	0,21 ± 0,01 (0,21)	0,24 ± 0,02 (0,24)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	0,21 ± 0,01 (0,21)	0,24 ± 0,02 (0,24)	p ⁽¹⁾ = 0,063
Com sol	40°C	30	0,20 ± 0,00 (0,20)	0,21 ± 0,00 (0,21)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		60	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,22 ± 0,01 (0,21)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		120	0,22 ± 0,01 (0,22)	0,23 ± 0,01 (0,23)	p ⁽¹⁾ = 0,063
	60°C	30	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,24 ± 0,01 (0,24)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,24 ± 0,01 (0,24)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	0,21 ± 0,01 (0,21)	0,26 ± 0,01 (0,26)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	80°C	30	0,22 ± 0,01 (0,22)	0,39 ± 0,05 (0,41)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	0,21 ± 0,01 (0,21)	0,39 ± 0,08 (0,37)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	0,22 ± 0,01 (0,22)	0,49 ± 0,06 (0,49)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
• KODAK					
Sem sol	40°C	30	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,22 ± 0,01 (0,22)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	0,19 ± 0,01 (0,20)	0,21 ± 0,01 (0,21)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		120	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,21 ± 0,00 (0,21)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	60°C	30	0,21 ± 0,01 (0,21)	0,23 ± 0,01 (0,23)	p ⁽¹⁾ = 0,125
		60	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,24 ± 0,01 (0,24)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,22 ± 0,00 (0,22)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	80°C	30	0,19 ± 0,01 (0,19)	0,23 ± 0,02 (0,23)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		60	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,23 ± 0,02 (0,24)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,26 ± 0,03 (0,25)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
Com sol	40°C	30	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,23 ± 0,01 (0,23)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	0,21 ± 0,01 (0,21)	0,22 ± 0,01 (0,22)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		120	0,21 ± 0,01 (0,21)	0,24 ± 0,01 (0,24)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	60°C	30	0,20 ± 0,01 (0,20)	0,28 ± 0,04 (0,29)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		60	0,21 ± 0,01 (0,21)	0,52 ± 0,04 (0,52)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	0,21 ± 0,01 (0,21)	1,04 ± 0,21 (1,07)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	80°C	30	0,21 ± 0,01 (0,22)	1,58 ± 0,41 (1,50)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	0,21 ± 0,01 (0,21)	7,85 ± 0,58 (8,03)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	0,21 ± 0,01 (0,21)	7,99 ± 0,24 (8,01)	p ⁽¹⁾ = 0,031*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Wilcoxon para dados pareados.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

Na tabela 02, é possível verificar diferença significativa da densidade da cor branca entre a exposição ou não ao sol no filme AGFA em todos os tempos nas temperaturas de 60°C e 80°C. Quando foi utilizado o filme KODAK, houve diferença significativa na temperatura de 60°C nos tempos de 60 e 120 minutos e na temperatura de 80°C em todos os tempos avaliados. Nesses casos em que foram encontradas diferenças significativas entre a exposição ou não ao sol, se destaca que as médias foram mais elevadas quando houve exposição solar.

Tabela 02 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor branca por tipo de impressão, temperatura e tempo segundo a exposição ou não ao sol.

Filme	Temperatura	Tempo (minutos)	Exposição		Valor de p
			Sem sol Média ± DP (Mediana)	Com sol Média ± DP (Mediana)	
• AGFA	40°C	30	0,00 ± 0,01 (0,00)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,056
		60	0,01 ± 0,01 (0,00)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,593
		120	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,673
	60°C	30	0,01 ± 0,01 (0,00)	0,04 ± 0,02 (0,04)	p ⁽¹⁾ = 0,004*
		60	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,04 ± 0,01 (0,04)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,02 ± 0,02 (0,02)	0,05 ± 0,01 (0,06)	p ⁽¹⁾ = 0,009*
	80°C	30	0,03 ± 0,03 (0,02)	0,17 ± 0,05 (0,19)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,03 ± 0,01 (0,03)	0,18 ± 0,08 (0,16)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,03 ± 0,02 (0,03)	0,27 ± 0,06 (0,26)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
• KODAK	40°C	30	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,02 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,636
		60	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,02 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,426
		120	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,03 ± 0,01 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,054
	60°C	30	0,02 ± 0,02 (0,03)	0,07 ± 0,04 (0,09)	p ⁽¹⁾ = 0,050*
		60	0,04 ± 0,01 (0,03)	0,32 ± 0,04 (0,31)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,83 ± 0,21 (0,86)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
	80°C	30	0,04 ± 0,03 (0,04)	1,36 ± 0,42 (1,28)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,04 ± 0,02 (0,05)	7,64 ± 0,59 (7,83)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,07 ± 0,03 (0,06)	7,79 ± 0,24 (7,80)	p ⁽¹⁾ = 0,002*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Mann-Whitney.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

Dos resultados contidos na Tabela 03, verifica-se diferença significativa entre os dois tipos de impressão em relação à variação da densidade na cor branca quando não houve exposição ao sol, na temperatura de 40°C e tempo de 30 minutos, na temperatura de 60°C com tempo de 60 minutos e na temperatura de 80°C com tempo de 120 minutos; quando houve exposição ao sol se verifica diferenças significativas em quase todas as situações, exceto na temperatura de 40°C com tempo de 60 minutos e na temperatura de 60°C com tempo de 30 minutos.

Tabela 03 – resultados da variação das diferenças da densidade da cor branca por exposição, temperatura e tempo segundo o tipo de impressão utilizada, AGFA ou KODAK.

Exposição	Temperatura	Tempo (minutos)	Filme		Valor de p
			AGFA Média ± DP (Mediana)	KODAK Média ± DP (Mediana)	
• Sem sol	40°C	30	0,00 ± 0,01 (0,00)	0,02 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,004*
		60	0,01 ± 0,01 (0,00)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,593
		120	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,02 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,597
	60°C	30	0,01 ± 0,01 (0,00)	0,02 ± 0,02 (0,03)	P ⁽¹⁾ = 0,145
		60	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,04 ± 0,01 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,02 ± 0,02 (0,02)	0,02 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 1,000
	80°C	30	0,03 ± 0,03 (0,02)	0,04 ± 0,03 (0,04)	p ⁽¹⁾ = 0,359
		60	0,03 ± 0,01 (0,03)	0,04 ± 0,02 (0,05)	p ⁽¹⁾ = 0,632
		120	0,03 ± 0,02 (0,03)	0,07 ± 0,03 (0,06)	p ⁽¹⁾ = 0,017*
• Com sol	40°C	30	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,02 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,011*
		60	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,02 ± 0,01 (0,02)	P ⁽¹⁾ = 0,316
		120	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,03 ± 0,01 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,013*
	60°C	30	0,04 ± 0,02 (0,04)	0,07 ± 0,04 (0,09)	p ⁽¹⁾ = 0,058
		60	0,04 ± 0,01 (0,04)	0,32 ± 0,04 (0,31)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,05 ± 0,01 (0,06)	0,83 ± 0,21 (0,86)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
	80°C	30	0,17 ± 0,05 (0,19)	1,36 ± 0,42 (1,28)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,18 ± 0,08 (0,16)	7,64 ± 0,59 (7,83)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,27 ± 0,06 (0,26)	7,79 ± 0,24 (7,80)	p ⁽¹⁾ = 0,002*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Mann-Whitney.

Nos casos em que foram observadas diferenças significativas entre os dois tipos de impressão se verificam que as médias foram mais elevadas no filme KODAK do que AGFA com e sem exposição ao sol.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

Os resultados comparativos da variação da densidade entre os tempos, por tipo de impressão, ausência ou presença de exposição ao sol e temperatura para a cor branca entre os tipos de filmes podem ser visualizados na tabela 04. Verificam-se diferenças significativas entre os tempos no filme AGFA, sem exposição ao sol na temperatura de 60°C e com exposição ao sol nas temperaturas de 60°C e 80°C. No filme KODAK, apenas quando houve exposição ao sol nas temperaturas de 60°C e 80°C.

Tabela 04 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor branca por tipo de impressão, exposição ou não ao sol e temperatura segundo o tempo.

Filme	Exposição	Temperatura	Tempo (minutos)			Valor de p
			30	60	120	
			Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	
• AGFA	Sem sol	40°C	0,00 ± 0,01 (0,00)	0,01 ± 0,01 (0,00)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,214
		60°C	0,01 ± 0,01 (0,00) ^(A)	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,02 ± 0,02 (0,02) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,020*
		80°C	0,03 ± 0,03 (0,02)	0,03 ± 0,01 (0,03)	0,03 ± 0,02 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,514
	Com sol	40°C	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,317
		60°C	0,04 ± 0,02 (0,04) ^(A)	0,04 ± 0,01 (0,04) ^(A)	0,05 ± 0,01 (0,06) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,023*
		80°C	0,17 ± 0,05 (0,19) ^(A)	0,18 ± 0,08 (0,16) ^(A)	0,27 ± 0,06 (0,26) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,032*
• KODAK	Sem sol	40°C	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,02 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,536
		60°C	0,02 ± 0,02 (0,03)	0,04 ± 0,01 (0,03)	0,02 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,126
		80°C	0,04 ± 0,03 (0,04)	0,04 ± 0,02 (0,05)	0,07 ± 0,03 (0,06)	p ⁽¹⁾ = 0,281
	Com sol	40°C	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,03 ± 0,01 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,074
		60°C	0,07 ± 0,04 (0,09) ^(A)	0,32 ± 0,04 (0,31) ^(B)	0,83 ± 0,21 (0,86) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		80°C	1,36 ± 0,42 (1,28) ^(A)	7,64 ± 0,59 (7,83) ^(B)	7,79 ± 0,24 (7,80) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,001*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Kruskal Wallis.

Obs.: Se todas as letras entre parênteses são distintas, comprova-se diferença significativa entre os tempos correspondentes.

Para as variações com diferenças significativas, é possível verificar que no filme AGFA as médias foram mais elevadas no tempo de 120 minutos do que nos outros tempos, tendo diferenças significativas entre o tempo de 120 minutos e cada um dos outros dois avaliados para a mesma temperatura. No filme KODAK, as médias também foram mais elevadas no tempo de 120 minutos, apresentando diferenças significativas no experimento com exposição ao sol na temperatura de

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS – RESULTADOS –

60°C entre os três tempos e na temperatura de 80°C, entre o tempo de 30 minutos com cada um dos outros tempos avaliados.

A Tabela 05 mostra a verificação de diferença estatística da variação da densidade da cor branca entre as temperaturas estudadas para o filme AGFA sem exposição ao sol no tempo de 60 minutos e com exposição ao sol em todas as combinações de tempos e temperatura avaliadas. No filme KODAK, verifica-se diferença estatística entre quase todas as combinações avaliadas, exceto no experimento sem exposição solar no tempo de 30 minutos.

Tabela 05 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor branca por tipo de impressão, exposição ou não ao sol e tempo segundo a temperatura.

Filme	Exposição	Tempo	Temperatura			Valor de p
			40°C	60°C	80°C	
			Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	
• AGFA	Sem sol	30	0,00 ± 0,01 (0,00)	0,01 ± 0,01 (0,00)	0,03 ± 0,03 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,075
		60	0,01 ± 0,01 (0,00) ^(A)	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,03 ± 0,01 (0,03) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,02 ± 0,02 (0,02)	0,03 ± 0,02 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,227
	Com sol	30	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,04 ± 0,02 (0,04) ^(B)	0,17 ± 0,05 (0,19) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		60	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,04 ± 0,01 (0,04) ^(B)	0,18 ± 0,08 (0,16) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		120	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,05 ± 0,01 (0,06) ^(B)	0,27 ± 0,06 (0,26) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
• KODAK	Sem sol	30	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,02 ± 0,02 (0,03)	0,04 ± 0,03 (0,04)	p ⁽¹⁾ = 0,277
		60	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,04 ± 0,01 (0,03) ^(B)	0,04 ± 0,02 (0,05) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,018*
		120	0,02 ± 0,01 (0,02) ^(A)	0,02 ± 0,01 (0,02) ^(A)	0,07 ± 0,03 (0,06) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
	Com sol	30	0,02 ± 0,01 (0,02) ^(A)	0,07 ± 0,04 (0,09) ^(B)	1,36 ± 0,42 (1,28) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		60	0,02 ± 0,01 (0,02) ^(A)	0,32 ± 0,04 (0,31) ^(B)	7,64 ± 0,59 (7,83) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		120	0,03 ± 0,01 (0,03) ^(A)	0,83 ± 0,21 (0,86) ^(B)	7,79 ± 0,24 (7,80) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Kruskal Wallis.

Obs.: Se todas as letras entre parênteses são distintas, comprova-se diferença significativa entre as temperaturas correspondentes.

5.2 Avaliação da cor cinza claro

Na Tabela 06, são apresentados os resultados da variação da densidade da cor cinza claro por tipo de impressão, temperatura, tempo e exposição ou não ao sol.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

Tabela 06 – Resultados dos valores da densidade da cor cinza claro antes e depois, por tipo de impressão, temperatura, tempo e exposição ou não ao sol.

Avaliação					
Filme/Exposição	Temperatura	Tempo (minutos)	Antes	Depois	Valor de p
			Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	
• AGFA					
Sem sol	40°C	30	0,43 ± 0,01 (0,44)	0,44 ± 0,02 (0,44)	p ⁽¹⁾ = 0,750
		60	0,44 ± 0,01 (0,44)	0,44 ± 0,01 (0,44)	p ⁽¹⁾ = 0,250
		120	0,44 ± 0,05 (0,44)	0,46 ± 0,03 (0,45)	p ⁽¹⁾ = 0,500
	60°C	30	0,41 ± 0,01 (0,41)	0,42 ± 0,01 (0,42)	p ⁽¹⁾ = 0,250
		60	0,42 ± 0,01 (0,42)	0,44 ± 0,01 (0,44)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		120	0,42 ± 0,02 (0,42)	0,45 ± 0,03 (0,44)	p ⁽¹⁾ = 0,031
	80°C	30	0,88 ± 0,01 (0,88)	1,11 ± 0,02 (1,12)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	0,85 ± 0,04 (0,86)	1,27 ± 0,08 (1,28)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	0,87 ± 0,01 (0,87)	1,23 ± 0,04 (1,22)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
Com sol	40°C	30	0,43 ± 0,02 (0,44)	0,44 ± 0,02 (0,45)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	0,50 ± 0,19 (0,42)	0,52 ± 0,19 (0,45)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	0,86 ± 0,03 (0,86)	0,88 ± 0,03 (0,88)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	60°C	30	0,72 ± 0,31 (0,85)	1,02 ± 0,05 (1,02)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	0,88 ± 0,02 (0,87)	1,17 ± 0,08 (1,18)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	0,87 ± 0,01 (0,87)	1,47 ± 0,09 (1,47)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	80°C	30	0,89 ± 0,04 (0,89)	2,02 ± 0,07 (2,04)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	0,87 ± 0,04 (0,88)	1,94 ± 0,19 (1,91)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	0,90 ± 0,03 (0,90)	2,04 ± 0,10 (2,03)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
• KODAK					
Sem sol	40°C	30	1,02 ± 0,04 (1,02)	1,04 ± 0,05 (1,03)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		60	1,01 ± 0,05 (1,03)	1,02 ± 0,05 (1,04)	p ⁽¹⁾ = 0,125
		120	1,00 ± 0,04 (1,00)	1,01 ± 0,04 (1,01)	p ⁽¹⁾ = 0,063
	60°C	30	0,97 ± 0,06 (0,98)	0,99 ± 0,04 (0,99)	p ⁽¹⁾ = 0,125
		60	0,96 ± 0,05 (0,95)	0,99 ± 0,03 (0,99)	p ⁽¹⁾ = 0,125
		120	1,00 ± 0,02 (1,00)	1,02 ± 0,03 (1,02)	p ⁽¹⁾ = 0,125
	80°C	30	0,95 ± 0,06 (0,97)	1,02 ± 0,06 (1,00)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	1,00 ± 0,03 (0,99)	1,06 ± 0,02 (1,07)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	1,04 ± 0,05 (1,05)	1,14 ± 0,07 (1,14)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
Com sol	40°C	30	0,98 ± 0,07 (0,96)	1,00 ± 0,07 (0,98)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	1,05 ± 0,04 (1,06)	1,07 ± 0,05 (1,08)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		120	1,06 ± 0,05 (1,04)	1,07 ± 0,04 (1,05)	p ⁽¹⁾ = 0,313
	60°C	30	0,99 ± 0,05 (0,99)	1,20 ± 0,05 (1,20)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	1,00 ± 0,05 (1,02)	1,74 ± 0,13 (1,73)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	1,01 ± 0,06 (1,02)	2,07 ± 0,20 (2,07)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	80°C	30	1,03 ± 0,06 (1,04)	2,66 ± 0,16 (2,73)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	1,02 ± 0,04 (1,01)	3,36 ± 0,06 (3,37)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	1,07 ± 0,05 (1,08)	3,27 ± 0,02 (3,27)	p ⁽¹⁾ = 0,031*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Wilcoxon para dados pareados.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

Nessa tabela, verifica-se diferença significativa nas variações da densidade da cor cinza claro no filme AGFA sem exposição ao sol na temperatura de 80°C em todos os tempos avaliados e com exposição ao sol em todas as combinações de temperatura e tempo.

No filme KODAK, verifica-se diferença significativa nas variações da densidade da cor cinza claro sem a exposição ao sol na temperatura de 80°C em todos os tempos e com exposição ao sol em quase todos os experimentos realizados, exceto na temperatura de 40°C nos tempos de 60 e 120 minutos.

Para as variáveis que mostraram diferença significativa é possível verificar que as médias da densidade da cor branca foram sempre mais elevadas após a exposição às condições avaliadas, principalmente no filme KODAK com exposição ao sol.

Tabela 07 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor cinza claro por tipo de impressão, temperatura e tempo segundo a exposição ou não ao sol.

Filme	Temperatura	Tempo (minutos)	Exposição		Valor de p
			Sem sol Média ± DP (Mediana)	Com sol Média ± DP (Mediana)	
• AGFA	40°C	30	0,00 ± 0,01 (0,00)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,119
		60	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,02 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,045*
		120	0,01 ± 0,03 (0,01)	0,02 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,807
	60°C	30	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,30 ± 0,29 (0,20)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,30 ± 0,08 (0,30)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,03 ± 0,01 (0,03)	0,60 ± 0,08 (0,60)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
	80°C	30	0,23 ± 0,03 (0,23)	1,14 ± 0,10 (1,15)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,41 ± 0,06 (0,44)	1,06 ± 0,17 (1,01)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,36 ± 0,03 (0,35)	1,15 ± 0,10 (1,13)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
• KODAK	40°C	30	0,02 ± 0,02 (0,01)	0,02 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,288
		60	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,02 ± 0,02 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,602
		120	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,758
	60°C	30	0,03 ± 0,04 (0,02)	0,21 ± 0,04 (0,21)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,03 ± 0,03 (0,03)	0,74 ± 0,17 (0,70)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,01 ± 0,01 (0,02)	1,05 ± 0,20 (1,06)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
	80°C	30	0,07 ± 0,04 (0,06)	1,63 ± 0,17 (1,68)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,07 ± 0,03 (0,07)	2,34 ± 0,08 (2,36)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,10 ± 0,03 (0,09)	2,20 ± 0,07 (2,19)	p ⁽¹⁾ = 0,002*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Mann-Whitney.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS – RESULTADOS –

Dos resultados contidos na Tabela 07, verifica-se diferença significativa da densidade da cor cinza claro entre a exposição ou não ao sol no filme AGFA em quase todas as temperaturas e tempos avaliados exceto na temperatura de 40°C nos tempos de 30 e 120 minutos. Quando foi utilizado o filme KODAK, as diferenças foram observadas nas temperaturas de 60°C e 80°C em todos os tempos correlacionados. Nesses casos das situações com diferenças significativas entre a exposição ou não ao sol se destaca que as médias foram mais elevadas quando houve exposição solar.

Tabela 08 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor cinza claro por exposição, temperatura e tempo segundo o tipo de impressão utilizada, AGFA ou KODAK.

Exposição	Temperatura	Tempo (minutos)	Filme		Valor de p
			AGFA Média ± DP (Mediana)	KODAK Média ± DP (Mediana)	
• Sem sol	40°C	30	0,00 ± 0,01 (0,00)	0,02 ± 0,02 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,149
		60	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,913
		120	0,01 ± 0,03 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,998
	60°C	30	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,03 ± 0,04 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,504
		60	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,03 ± 0,03 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,768
		120	0,03 ± 0,01 (0,03)	0,01 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,028*
	80°C	30	0,23 ± 0,03 (0,23)	0,07 ± 0,04 (0,06)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,41 ± 0,06 (0,44)	0,07 ± 0,03 (0,07)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,36 ± 0,03 (0,35)	0,10 ± 0,03 (0,09)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
• Com sol	40°C	30	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,02 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,134
		60	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,02 ± 0,02 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,102
		120	0,02 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,273
	60°C	30	0,30 ± 0,29 (0,20)	0,21 ± 0,04 (0,21)	p ⁽¹⁾ = 0,981
		60	0,30 ± 0,08 (0,30)	0,74 ± 0,17 (0,70)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,60 ± 0,08 (0,60)	1,05 ± 0,20 (1,06)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
	80°C	30	1,14 ± 0,10 (1,15)	1,63 ± 0,17 (1,68)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	1,06 ± 0,17 (1,01)	2,34 ± 0,08 (2,36)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	1,15 ± 0,10 (1,13)	2,20 ± 0,07 (2,19)	p ⁽¹⁾ = 0,002*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Mann-Whitney.

Dos resultados contidos na Tabela 08, verifica-se diferença significativa entre os dois tipos de impressão em relação à variação da densidade de cor cinza claro quando não houve exposição ao sol, na temperatura de 60°C com tempo de

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

120 minutos e na temperatura de 80°C em todos os tempos. Quando houve exposição ao sol, na temperatura de 60° nos tempos de 60 e 120 minutos e na temperatura de 80°C em todos os tempos.

Dos resultados comparativos da variação da densidade entre os tempos, por tipo de impressão, ausência ou presença de exposição ao sol e temperatura para a cor cinza claro (Tabela 09), verifica-se diferenças significativas entre os tempos no filme AGFA, sem exposição ao sol e temperatura de 60°C e 80°C e com exposição ao sol nas temperaturas de 40°C e 60°C; no filme KODAK quando houve exposição ao sol nas temperaturas de 60°C e 80°C.

Tabela 09 - Resultados da variação das diferenças da densidade da cor cinza claro por tipo de impressão, exposição ou não ao sol e temperatura segundo o tempo.

Filme	Exposição	Temperatura	Tempo (minutos)			Valor de p
			30	60	120	
			Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	
• AGFA	Sem sol	40°C	0,00 ± 0,01 (0,00)	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,03 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,657
		60°C	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,02 ± 0,01 (0,02) ^(A)	0,03 ± 0,01 (0,03) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,001*
		80°C	0,23 ± 0,03 (0,23) ^(A)	0,41 ± 0,06 (0,44) ^(B)	0,36 ± 0,03 (0,35) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
	Com sol	40°C	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,02 ± 0,01 (0,02) ^(B)	0,02 ± 0,01 (0,01) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,019*
		60°C	0,30 ± 0,29 (0,20) ^(A)	0,30 ± 0,08 (0,30) ^(A)	0,60 ± 0,08 (0,60) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,009*
		80°C	1,14 ± 0,10 (1,15)	1,06 ± 0,17 (1,01)	1,15 ± 0,10 (1,13)	p ⁽¹⁾ = 0,531
• KODAK	Sem sol	40°C	0,02 ± 0,02 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,870
		60°C	0,03 ± 0,04 (0,02)	0,03 ± 0,03 (0,03)	0,01 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,864
		80°C	0,07 ± 0,04 (0,06)	0,07 ± 0,03 (0,07)	0,10 ± 0,03 (0,09)	p ⁽¹⁾ = 0,233
	Com sol	40°C	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,02 ± 0,02 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,089
		60°C	0,21 ± 0,04 (0,21) ^(A)	0,74 ± 0,17 (0,70) ^(B)	1,05 ± 0,20 (1,06) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		80°C	1,63 ± 0,17 (1,68) ^(A)	2,34 ± 0,08 (2,36) ^(B)	2,20 ± 0,07 (2,19) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Kruskal Wallis.

Obs.: Se todas as letras entre parênteses são distintas, comprova-se diferença significativa entre os tempos correspondentes.

Para as combinações com diferenças significativas é possível verificar que as médias aumentaram com o tempo no filme AGFA, sem sol e temperatura de 60°C e no filme KODAK, com sol e temperatura de 60°C e 80°C. No filme AGFA, sem sol na temperatura de 80°C a média foi menos elevada no tempo de 30 minutos e mais elevada no tempo de 60 minutos. No filme AGFA com sol e

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

temperatura de 40°C a média foi menos elevada no tempo de 30 minutos e igual nos tempos de 60 e 120 minutos.

Através das comparações pareadas, há diferença significativa entre o tempo de 120 minutos com cada um dos tempos quando foi utilizado o filme AGFA na temperatura de 60°C sem exposição ao sol, e com exposição ao sol entre o tempo de 30 minutos com cada um dos dois outros tempos. No filme KODAK, não se observa diferença significativa na exposição com sol e temperatura de 40°C nos três tempos avaliados e nas demais situações comprova-se diferença significativa entre estes três tempos.

Tabela 10 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor cinza claro por tipo de impressão, exposição ou não ao sol e tempo segundo a temperatura.

Filme	Exposição	Tempo	Temperatura			Valor de p
			40°C	60°C	80°C	
			Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	
• AGFA	Sem sol	30	0,00 ± 0,01 (0,00) ^(A)	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,23 ± 0,03 (0,23) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		60	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,02 ± 0,01 (0,02) ^(A)	0,41 ± 0,06 (0,44) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		120	0,01 ± 0,03 (0,01) ^(A)	0,03 ± 0,01 (0,03) ^(A)	0,36 ± 0,03 (0,35) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
	Com sol	30	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,30 ± 0,29 (0,20) ^(B)	1,14 ± 0,10 (1,15) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		60	0,02 ± 0,01 (0,02) ^(A)	0,30 ± 0,08 (0,30) ^(B)	1,06 ± 0,17 (1,01) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		120	0,02 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,60 ± 0,08 (0,60) ^(B)	1,15 ± 0,10 (1,13) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
• KODAK	Sem sol	30	0,02 ± 0,02 (0,01)	0,03 ± 0,04 (0,02)	0,07 ± 0,04 (0,06)	p ⁽¹⁾ = 0,081
		60	0,01 ± 0,01 (0,00) ^(A)	0,03 ± 0,03 (0,03) ^(A)	0,07 ± 0,03 (0,07) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,001*
		120	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,01 ± 0,01 (0,02) ^(A)	0,10 ± 0,03 (0,09) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
	Com sol	30	0,02 ± 0,01 (0,02) ^(A)	0,21 ± 0,04 (0,21) ^(B)	1,63 ± 0,17 (1,68) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		60	0,02 ± 0,02 (0,01) ^(A)	0,74 ± 0,17 (0,70) ^(B)	2,34 ± 0,08 (2,36) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		120	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	1,05 ± 0,20 (1,06) ^(B)	2,20 ± 0,07 (2,19) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Kruskal Wallis.

Obs.: Se todas as letras entre parênteses são distintas, comprova-se diferença significativa entre as temperaturas correspondentes.

A Tabela 10 mostra a verificação de diferença estatística da variação da densidade da cor cinza claro entre as temperaturas demonstrando que, com exceção das medidas realizadas no filme KODAK, sem exposição ao sol no tempo de 30 minutos todos os outros experimentos apresentam diferenças significativas.

5.3 Avaliação da cor cinza-escuro

Na Tabela 11 são apresentados os resultados da variação da densidade da cor cinza escuro por tipo de impressão, temperatura, tempo e exposição ou não ao sol.

Nessa tabela verifica-se que nas variações da densidade da cor cinza escuro, todas as médias aumentaram durante o experimento; entretanto, diferenças significativas entre as mensurações foram registradas no filme AGFA, sem exposição ao sol na temperatura de 60°C no tempo de 120 minutos e na temperatura de 80°C, nos tempos 30, 60 e 120 minutos. Com exposição ao sol, as diferenças estatísticas apresentaram-se em quase todos os experimentos, exceto na temperatura de 40°C no tempo de 120 minutos.

No filme KODAK, verifica-se diferença significativa nas variações da densidade da cor cinza escura sem a exposição ao sol na temperatura de 40°C, no tempo de 120 minutos e na temperatura de 80°C nos tempos de 30, 60 e 120 minutos. Com exposição ao sol verificou-se diferença significativa em quase todos os experimentos com exceção da temperatura de 40°C nos tempos de 30 minutos e 120 minutos.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

Tabela 11 – Resultados dos valores da densidade da cor cinza escuro antes e depois, por tipo de impressão, temperatura, tempo e exposição ou não ao sol.

Filme/Exposição	Temperatura	Tempo (minutos)	Avaliação		Valor de p
			Antes Média ± DP (Mediana)	Depois Média ± DP (Mediana)	
• AGFA					
Sem sol	40°C	30	0,74 ± 0,03 (0,75)	0,75 ± 0,02 (0,74)	p ⁽¹⁾ = 1,000
		60	0,75 ± 0,01 (0,75)	0,76 ± 0,02 (0,76)	p ⁽¹⁾ = 0,250
		120	0,76 ± 0,02 (0,77)	0,77 ± 0,02 (0,77)	p ⁽¹⁾ = 0,313
	60°C	30	0,70 ± 0,03 (0,70)	0,71 ± 0,03 (0,71)	p ⁽¹⁾ = 0,500
		60	0,73 ± 0,02 (0,73)	0,74 ± 0,01 (0,75)	p ⁽¹⁾ = 0,125
		120	0,70 ± 0,02 (0,71)	0,75 ± 0,01 (0,76)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	80°C	30	1,31 ± 0,02 (1,30)	1,59 ± 0,04 (1,61)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	1,27 ± 0,05 (1,29)	1,78 ± 0,10 (1,82)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	1,28 ± 0,02 (1,29)	1,75 ± 0,02 (1,75)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
Com sol	40°C	30	0,74 ± 0,03 (0,75)	0,76 ± 0,03 (0,77)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	0,82 ± 0,23 (0,74)	0,85 ± 0,23 (0,76)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	1,27 ± 0,04 (1,26)	1,28 ± 0,04 (1,28)	p ⁽¹⁾ = 0,250
	60°C	30	1,28 ± 0,06 (1,28)	1,45 ± 0,06 (1,44)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	1,28 ± 0,02 (1,29)	1,62 ± 0,09 (1,62)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	1,27 ± 0,01 (1,27)	1,97 ± 0,09 (2,00)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	80°C	30	1,29 ± 0,03 (1,30)	2,31 ± 0,15 (2,35)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	1,26 ± 0,04 (1,27)	2,22 ± 0,11 (2,23)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	1,33 ± 0,04 (1,35)	2,39 ± 0,11 (2,38)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
• KODAK					
Sem sol	40°C	30	1,58 ± 0,08 (1,59)	1,59 ± 0,07 (1,60)	p ⁽¹⁾ = 0,563
		60	1,56 ± 0,09 (1,60)	1,58 ± 0,09 (1,61)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		120	1,51 ± 0,05 (1,51)	1,52 ± 0,05 (1,53)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	60°C	30	1,48 ± 0,08 (1,48)	1,51 ± 0,06 (1,51)	p ⁽¹⁾ = 0,094
		60	1,49 ± 0,04 (1,49)	1,51 ± 0,05 (1,49)	p ⁽¹⁾ = 0,125
		120	1,55 ± 0,05 (1,56)	1,57 ± 0,04 (1,57)	p ⁽¹⁾ = 0,063
	80°C	30	1,48 ± 0,08 (1,47)	1,58 ± 0,09 (1,56)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	1,52 ± 0,05 (1,51)	1,65 ± 0,06 (1,65)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	1,62 ± 0,06 (1,61)	1,89 ± 0,09 (1,89)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
Com sol	40°C	30	1,51 ± 0,14 (1,48)	1,54 ± 0,13 (1,51)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		60	1,63 ± 0,05 (1,64)	1,67 ± 0,05 (1,69)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	1,62 ± 0,08 (1,61)	1,64 ± 0,08 (1,63)	p ⁽¹⁾ = 0,125
	60°C	30	1,53 ± 0,08 (1,55)	1,79 ± 0,06 (1,76)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	1,54 ± 0,09 (1,55)	2,19 ± 0,07 (2,21)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	1,57 ± 0,09 (1,58)	2,43 ± 0,14 (2,43)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	80°C	30	1,56 ± 0,09 (1,55)	2,78 ± 0,09 (2,80)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	1,52 ± 0,04 (1,53)	3,16 ± 0,05 (3,17)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	1,65 ± 0,07 (1,67)	3,08 ± 0,04 (3,06)	p ⁽¹⁾ = 0,031*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Wilcoxon para dados pareados.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

Tabela 12 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor cinza escuro por tipo de impressão, temperatura e tempo segundo a exposição ou não ao sol.

Filme	Temperatura	Tempo (minutos)	Exposição		Valor de p
			Sem sol Média ± DP (Mediana)	Com sol Média ± DP (Mediana)	
• AGFA	40°C	30	0,00 ± 0,01 (0,00)	0,02 ± 0,01 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,019
		60	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,03 ± 0,01 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,089
		120	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,02 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,799
	60°C	30	0,01 ± 0,01 (0,00)	0,18 ± 0,03 (0,18)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,02 ± 0,02 (0,02)	0,34 ± 0,07 (0,33)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,05 ± 0,01 (0,05)	0,70 ± 0,08 (0,72)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
	80°C	30	0,29 ± 0,06 (0,30)	1,02 ± 0,17 (1,06)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,51 ± 0,06 (0,51)	0,96 ± 0,11 (0,99)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,47 ± 0,04 (0,47)	1,06 ± 0,10 (1,08)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
• KODAK	40°C	30	0,01 ± 0,02 (0,01)	0,03 ± 0,02 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,154
		60	0,02 ± 0,01 (0,03)	0,04 ± 0,02 (0,04)	p ⁽¹⁾ = 0,065
		120	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,02 ± 0,02 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,496
	60°C	30	0,03 ± 0,03 (0,04)	0,26 ± 0,05 (0,26)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,02 ± 0,02 (0,03)	0,65 ± 0,11 (0,64)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,02 ± 0,02 (0,01)	0,86 ± 0,17 (0,82)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
	80°C	30	0,10 ± 0,03 (0,10)	1,22 ± 0,15 (1,18)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,13 ± 0,03 (0,13)	1,64 ± 0,08 (1,63)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,27 ± 0,06 (0,26)	1,42 ± 0,10 (1,40)	p ⁽¹⁾ = 0,002*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Mann-Whitney.

Dos resultados apresentados na tabela 12, verifica-se diferença significativa da densidade da cor cinza escuro entre a exposição ou não ao sol no filme AGFA e no filme KODAK nas temperaturas de 60°C e 80°C em todos os tempos estudados. Desses, destaca-se que todas as médias da variação dessa densidade foram positivas, indicando aumento da média da densidade; as maiores médias ocorreram na temperatura de 80°C quando houve exposição ao sol, com diferenças significativas registradas nas temperaturas de 60°C e 80°C em cada um dos tempos de avaliação entre os diferentes tipos de filme.

Dos resultados contidos na tabela 13, observam-se diferenças significativas entre os dois tipos de impressão quando não houve exposição ao sol

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

na temperatura de 60°C a 120 minutos e a 80°C em todos os tempos e quando houve exposição ao sol na temperatura de 60°C nos tempos de 30 e 60 minutos e a 80°C em todos os tempos.

Nos casos observados com diferenças significativas entre os dois tipos de impressão verifica-se que as médias foram mais elevadas no filme AGFA do que KODAK quando não houve exposição solar e mais elevadas no filme KODAK do que no AGFA quando houve exposição ao sol.

Tabela 13 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor cinza escuro por exposição, temperatura e tempo segundo o tipo de impressão utilizada, AGFA ou KODAK.

Exposição	Temperatura	Tempo (minutos)	Filme		Valor de p
			AGFA Média ± DP (Mediana)	KODAK Média ± DP (Mediana)	
• Sem sol	40°C	30	0,00 ± 0,01 (0,00)	0,01 ± 0,02 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,485
		60	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,02 ± 0,01 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,186
		120	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,394
	60°C	30	0,01 ± 0,01 (0,00)	0,03 ± 0,03 (0,04)	p ⁽¹⁾ = 0,123
		60	0,02 ± 0,02 (0,02)	0,02 ± 0,02 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,753
		120	0,05 ± 0,01 (0,05)	0,02 ± 0,02 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,039*
	80°C	30	0,29 ± 0,06 (0,30)	0,10 ± 0,03 (0,10)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,51 ± 0,06 (0,51)	0,13 ± 0,03 (0,13)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,47 ± 0,04 (0,47)	0,27 ± 0,06 (0,26)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
• Com sol	40°C	30	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,03 ± 0,02 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,574
		60	0,03 ± 0,01 (0,03)	0,04 ± 0,02 (0,04)	p ⁽¹⁾ = 0,251
		120	0,01 ± 0,02 (0,01)	0,02 ± 0,02 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,565
	60°C	30	0,18 ± 0,03 (0,18)	0,26 ± 0,05 (0,26)	p ⁽¹⁾ = 0,015*
		60	0,34 ± 0,07 (0,33)	0,65 ± 0,11 (0,64)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,70 ± 0,08 (0,72)	0,86 ± 0,17 (0,82)	p ⁽¹⁾ = 0,061
	80°C	30	1,02 ± 0,17 (1,06)	1,22 ± 0,15 (1,18)	p ⁽¹⁾ = 0,045*
		60	0,96 ± 0,11 (0,99)	1,64 ± 0,08 (1,63)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	1,06 ± 0,10 (1,08)	1,42 ± 0,10 (1,40)	p ⁽¹⁾ = 0,002*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Mann-Whitney.

Dos resultados comparativos da variação da densidade entre os tempos, por tipo de impressão, ausência ou presença de exposição ao sol e temperatura para a cor cinza escuro (Tabela 14) verifica-se diferenças significativas entre os tempos no filme AGFA, sem exposição ao sol nas

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

temperaturas de 60°C para o tempo de 120 minutos e 80°C para os tempos de 60 e 120 minutos e com exposição ao sol na temperatura de 60°C entre os três tempos avaliados. Para o filme KODAK, foram encontradas diferenças significativas na variação sem exposição ao sol na temperatura de 80°C entre os três tempo avaliados e com exposição ao sol nas temperaturas de 60°C e 80°C.

Tabela 14 - resultados da variação das diferenças da densidade da cor cinza escuro por tipo de impressão, exposição ou não ao sol e temperatura segundo o tempo.

Filme	Exposição	Temperatura	Tempo (minutos)			Valor de p
			30	60	120	
			Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	
• AGFA	Sem sol	40°C	0,00 ± 0,01 (0,00)	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,630
		60°C	0,01 ± 0,01 (0,00) ^(A)	0,02 ± 0,02 (0,02) ^(A)	0,05 ± 0,01 (0,05) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,003*
		80°C	0,29 ± 0,06 (0,30) ^(A)	0,51 ± 0,06 (0,51) ^(B)	0,47 ± 0,04 (0,47) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
	Com sol	40°C	0,02 ± 0,01 (0,02)	0,03 ± 0,01 (0,03)	0,01 ± 0,02 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,279
		60°C	0,18 ± 0,03 (0,18) ^(A)	0,34 ± 0,07 (0,33) ^(B)	0,70 ± 0,08 (0,72) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		80°C	1,02 ± 0,17 (1,06)	0,96 ± 0,11 (0,99)	1,06 ± 0,10 (1,08)	p ⁽¹⁾ = 0,272
• KODAK	Sem sol	40°C	0,01 ± 0,02 (0,01)	0,02 ± 0,01 (0,03)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,250
		60°C	0,03 ± 0,03 (0,04)	0,02 ± 0,02 (0,03)	0,02 ± 0,02 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,580
		80°C	0,10 ± 0,03 (0,10) ^(A)	0,13 ± 0,03 (0,13) ^(B)	0,27 ± 0,06 (0,26) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
	Com sol	40°C	0,03 ± 0,02 (0,03)	0,04 ± 0,02 (0,04)	0,02 ± 0,02 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,319
		60°C	0,26 ± 0,05 (0,26) ^(A)	0,65 ± 0,11 (0,64) ^(B)	0,86 ± 0,17 (0,82) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		80°C	1,22 ± 0,15 (1,18) ^(A)	1,64 ± 0,08 (1,63) ^(B)	1,42 ± 0,10 (1,40) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Kruskal Wallis.

Obs.: Se todas as letras entre parênteses são distintas, comprova-se diferença significativa entre os tempos correspondentes.

A tabela 15 mostra a verificação de diferença estatística da variação da densidade da cor cinza escuro entre as temperaturas em todas as combinações de filme, exposição ou não ao sol e tempo. Dessa tabela, destaca-se que, com exceção do filme KODAK, sem exposição ao sol no tempo de 60 minutos que apresentaram médias iguais nas temperaturas de 40°C e 60°C e mais elevada com 80°C; nas demais combinações as médias da variação foram menos elevadas na temperatura de 40°C e mais elevadas na temperatura de 80°C.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

Através dos testes de comparações pareadas, comprova-se diferenças significativas entre: 80 °C com cada um das temperaturas em cada um dos filmes quando não houve exposição ao sol nos três tempos avaliados do filme AGFA e nos três tempos quando foi utilizado o filme KODAK, entre as três temperaturas nas demais situações citadas.

Tabela 15 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor cinza escuro por tipo de impressão, exposição ou não ao sol e tempo segundo a temperatura.

Filme	Exposição	Tempo	Temperatura			Valor de p
			40 °C	60 °C	80 °C	
			Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	
• AGFA	Sem sol	30	0,00 ± 0,01 (0,00) ^(A)	0,01 ± 0,01 (0,00) ^(A)	0,29 ± 0,06 (0,30) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		60	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,02 ± 0,02 (0,02) ^(A)	0,51 ± 0,06 (0,51) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		120	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,05 ± 0,01 (0,05) ^(B)	0,47 ± 0,04 (0,47) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
	Com sol	30	0,02 ± 0,01 (0,02) ^(A)	0,18 ± 0,03 (0,18) ^(B)	1,02 ± 0,17 (1,06) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		60	0,03 ± 0,01 (0,03) ^(A)	0,34 ± 0,07 (0,33) ^(B)	0,96 ± 0,11 (0,99) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		120	0,01 ± 0,02 (0,01) ^(A)	0,70 ± 0,08 (0,72) ^(B)	1,06 ± 0,10 (1,08) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
• KODAK	Sem sol	30	0,01 ± 0,02 (0,01) ^(A)	0,03 ± 0,03 (0,04) ^(A)	0,10 ± 0,03 (0,10) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		60	0,02 ± 0,01 (0,03) ^(A)	0,02 ± 0,02 (0,03) ^(A)	0,13 ± 0,03 (0,13) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		120	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,02 ± 0,02 (0,01) ^(A)	0,27 ± 0,06 (0,26) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
	Com sol	30	0,03 ± 0,02 (0,03) ^(A)	0,26 ± 0,05 (0,26) ^(B)	1,22 ± 0,15 (1,18) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		60	0,04 ± 0,02 (0,04) ^(A)	0,65 ± 0,11 (0,64) ^(B)	1,64 ± 0,08 (1,63) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		120	0,02 ± 0,02 (0,02) ^(A)	0,86 ± 0,17 (0,82) ^(B)	1,42 ± 0,10 (1,40) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Kruskal Wallis.

Obs.: Se todas as letras entre parênteses são distintas, comprova-se diferença significativa entre as temperaturas correspondentes.

5.4 Avaliação da cor preta

Na Tabela 16, são apresentados os resultados da variação da densidade da cor preta por tipo de impressão, temperatura, tempo e exposição ou não ao sol.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

Tabela 16 – Resultados dos valores da densidade da cor preta antes e depois, por tipo de impressão, temperatura, tempo e exposição ou não ao sol.

Filme/Exposição	Temperatura	Tempo (minutos)	Avaliação		Valor de p
			Antes Média ± DP (Mediana)	Depois Média ± DP (Mediana)	
• AGFA					
Sem sol	40°C	30	3,28 ± 0,11 (3,24)	3,28 ± 0,13 (3,24)	p ⁽¹⁾ = 0,500
		60	3,37 ± 0,16 (3,36)	3,37 ± 0,16 (3,36)	p ⁽¹⁾ = 0,625
		120	3,49 ± 0,02 (3,49)	3,49 ± 0,02 (3,49)	p ⁽¹⁾ = 0,125
	60°C	30	3,08 ± 0,07 (3,05)	3,09 ± 0,07 (3,06)	p ⁽¹⁾ = 0,250
		60	3,09 ± 0,06 (3,08)	3,11 ± 0,07 (3,11)	p ⁽¹⁾ = 0,125
		120	3,29 ± 0,13 (3,26)	3,34 ± 0,14 (3,31)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	80°C	30	3,14 ± 0,03 (3,14)	3,47 ± 0,08 (3,46)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	3,07 ± 0,08 (3,10)	3,46 ± 0,21 (3,57)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	3,06 ± 0,10 (3,07)	3,13 ± 0,65 (3,31)	p ⁽¹⁾ = 0,438
Com sol	40°C	30	3,21 ± 0,09 (3,25)	3,28 ± 0,12 (3,35)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	3,14 ± 0,13 (3,16)	3,19 ± 0,16 (3,19)	p ⁽¹⁾ = 0,125
		120	3,01 ± 0,08 (3,00)	3,10 ± 0,08 (3,11)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	60°C	30	3,03 ± 0,06 (3,02)	2,55 ± 0,53 (2,61)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		60	3,07 ± 0,03 (3,08)	2,45 ± 0,81 (2,81)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		120	3,03 ± 0,06 (3,04)	2,09 ± 0,29 (1,93)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	80°C	30	3,00 ± 0,02 (3,00)	1,83 ± 0,10 (1,79)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	3,01 ± 0,01 (3,00)	1,93 ± 0,21 (1,86)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	3,11 ± 0,06 (3,13)	2,15 ± 0,19 (2,22)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
• KODAK					
Sem sol	40°C	30	3,08 ± 0,05 (3,10)	3,10 ± 0,03 (3,12)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		60	3,32 ± 0,08 (3,36)	3,33 ± 0,09 (3,37)	p ⁽¹⁾ = 0,250
		120	3,28 ± 0,07 (3,28)	3,28 ± 0,07 (3,27)	p ⁽¹⁾ = 1,000
	60°C	30	3,19 ± 0,07 (3,18)	3,21 ± 0,07 (3,21)	p ⁽¹⁾ = 0,125
		60	3,17 ± 0,05 (3,17)	3,20 ± 0,05 (3,19)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		120	3,21 ± 0,08 (3,22)	3,23 ± 0,07 (3,26)	p ⁽¹⁾ = 0,125
	80°C	30	3,21 ± 0,09 (3,22)	3,39 ± 0,05 (3,39)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	3,23 ± 0,06 (3,22)	3,38 ± 0,02 (3,38)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	3,22 ± 0,09 (3,21)	3,31 ± 0,02 (3,31)	p ⁽¹⁾ = 0,063
Com sol	40°C	30	3,14 ± 0,09 (3,15)	3,18 ± 0,08 (3,18)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		60	3,21 ± 0,04 (3,19)	3,26 ± 0,01 (3,25)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		120	3,24 ± 0,05 (3,23)	3,37 ± 0,08 (3,40)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
	60°C	30	3,29 ± 0,07 (3,31)	3,31 ± 0,04 (3,32)	p ⁽¹⁾ = 0,063
		60	3,26 ± 0,07 (3,25)	3,43 ± 0,01 (3,44)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	3,19 ± 0,03 (3,18)	3,20 ± 0,03 (3,20)	p ⁽¹⁾ = 0,063
	80°C	30	3,25 ± 0,06 (3,24)	3,40 ± 0,04 (3,40)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		60	3,25 ± 0,04 (3,27)	3,43 ± 0,05 (3,43)	p ⁽¹⁾ = 0,031*
		120	3,27 ± 0,04 (3,28)	3,33 ± 0,03 (3,34)	p ⁽¹⁾ = 0,094

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Wilcoxon para dados pareados.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

Nessa tabela, verifica-se diferença significativa nas variações da densidade da cor preta no filme AGFA sem exposição ao sol na temperatura de 60°C a 120 minutos e na temperatura de 80°C nos tempos de 30 e 60 minutos. Com exposição ao sol, na temperatura de 40°C nos tempos de 30 e 120 minutos, a 60°C no tempo de 120 minutos e a 80°C em todos os três tempos avaliados. No filme KODAK, verifica-se diferença significativa nas variações da densidade da cor preta sem exposição ao sol na temperatura de 80°C nos tempos de 30 e de 60 minutos e com exposição ao sol nas temperaturas de 40°C a 120 minutos, na temperatura de 60°C e tempo de 60 minutos e na temperatura de 80°C, nos tempos de 30 minutos e de 60 minutos.

Para as variáveis que mostraram diferença significativa, a maioria apresentou média crescente, com exceção das mensurações realizadas no filme AGFA com exposição ao sol nas temperaturas de 60°C e 80°C onde verificou-se médias decrescentes.

Tabela 17 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor preta por tipo de impressão, temperatura e tempo segundo a exposição ou não ao sol.

Filme	Temperatura	Tempo (minutos)	Exposição		Valor de p
			Sem sol Média ± DP (Mediana)	Com sol Média ± DP (Mediana)	
• AGFA	40°C	30	0,01 ± 0,02 (0,00)	0,07 ± 0,04 (0,09)	p ⁽¹⁾ = 0,006*
		60	0,00 ± 0,01 (0,01)	0,04 ± 0,06 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,184
		120	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,09 ± 0,07 (0,10)	p ⁽¹⁾ = 0,006*
	60°C	30	0,01 ± 0,01 (0,01)	-0,48 ± 0,47 (-0,44)	p ⁽¹⁾ = 0,015*
		60	0,02 ± 0,02 (0,01)	-0,62 ± 0,78 (-0,29)	p ⁽¹⁾ = 0,035*
		120	0,05 ± 0,02 (0,05)	-0,94 ± 0,25 (-1,08)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
	80°C	30	0,33 ± 0,09 (0,32)	-1,18 ± 0,09 (-1,21)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,39 ± 0,14 (0,45)	-1,08 ± 0,20 (-1,15)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,07 ± 0,56 (0,25)	-0,97 ± 0,13 (-0,93)	p ⁽¹⁾ = 0,037*
• KODAK	40°C	30	0,03 ± 0,02 (0,02)	0,04 ± 0,04 (0,05)	p ⁽¹⁾ = 0,567
		60	0,01 ± 0,01 (0,00)	0,05 ± 0,04 (0,06)	p ⁽¹⁾ = 0,082
		120	0,00 ± 0,01 (0,00)	0,13 ± 0,07 (0,12)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
	60°C	30	0,02 ± 0,02 (0,02)	0,03 ± 0,03 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,972
		60	0,03 ± 0,02 (0,03)	0,17 ± 0,06 (0,17)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	0,02 ± 0,02 (0,02)	0,02 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,913
	80°C	30	0,17 ± 0,07 (0,20)	0,15 ± 0,08 (0,15)	p ⁽¹⁾ = 0,725
		60	0,15 ± 0,07 (0,18)	0,18 ± 0,08 (0,15)	p ⁽¹⁾ = 0,937
		120	0,09 ± 0,08 (0,12)	0,06 ± 0,06 (0,05)	p ⁽¹⁾ = 0,310

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Mann-Whitney.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

Dos resultados contidos na Tabela 17, verifica-se diferença significativa da densidade da cor preta entre a exposição ou não ao sol no filme AGFA em quase todas as temperaturas, tempos avaliados e exposição ou não ao sol exceto na temperatura de 40°C e tempo de 60 minutos.

No filme KODAK, as duas únicas diferenças significativas foram registradas nas temperaturas de 40°C com 120 minutos e temperatura de 60°C com 60 minutos e nas duas situações as médias foram correspondentemente mais elevadas na presença do que na ausência da exposição ao sol.

Tabela 18 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor preta por exposição, temperatura e tempo segundo o tipo de impressão utilizada, AGFA ou KODAK.

Exposição	Temperatura	Tempo (minutos)	Filme		Valor de p
			AGFA Média ± DP (Mediana)	KODAK Média ± DP (Mediana)	
• Sem sol	40°C	30	0,01 ± 0,02 (0,00)	0,03 ± 0,02 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,167
		60	0,00 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,00)	p ⁽¹⁾ = 0,675
		120	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,00 ± 0,01 (0,00)	p ⁽¹⁾ = 0,366
	60°C	30	0,01 ± 0,01 (0,01)	0,02 ± 0,02 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,318
		60	0,02 ± 0,02 (0,01)	0,03 ± 0,02 (0,03)	p ⁽¹⁾ = 0,364
		120	0,05 ± 0,02 (0,05)	0,02 ± 0,02 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,024*
	80°C	30	0,33 ± 0,09 (0,32)	0,17 ± 0,07 (0,20)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	0,39 ± 0,14 (0,45)	0,15 ± 0,07 (0,18)	p ⁽¹⁾ = 0,026*
		120	0,07 ± 0,56 (0,25)	0,09 ± 0,08 (0,12)	p ⁽¹⁾ = 0,818
• Com sol	40°C	30	0,07 ± 0,04 (0,09)	0,04 ± 0,04 (0,05)	p ⁽¹⁾ = 0,258
		60	0,04 ± 0,06 (0,03)	0,05 ± 0,04 (0,06)	p ⁽¹⁾ = 0,604
		120	0,09 ± 0,07 (0,10)	0,13 ± 0,07 (0,12)	p ⁽¹⁾ = 0,333
	60°C	30	-0,48 ± 0,47 (-0,44)	0,03 ± 0,03 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,006*
		60	-0,62 ± 0,78 (-0,29)	0,17 ± 0,06 (0,17)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	-0,94 ± 0,25 (-1,08)	0,02 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
	80°C	30	-1,18 ± 0,09 (-1,21)	0,15 ± 0,08 (0,15)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		60	-1,08 ± 0,20 (-1,15)	0,18 ± 0,08 (0,15)	p ⁽¹⁾ = 0,002*
		120	-0,97 ± 0,13 (-0,93)	0,06 ± 0,06 (0,05)	p ⁽¹⁾ = 0,002*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Mann-Whitney.

Na Tabela 18, verificam-se as diferenças significativas entre os dois tipos de impressão em relação à variação da densidade de cor preta quando não

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

houve exposição ao sol na temperatura de 60°C no tempo de 120 minutos, na temperatura de 80°C nos tempos de 30 minutos e 60 minutos e quando houve exposição ao sol nas temperaturas de 60°C e 80°C em todos os tempos. As diferenças significativas apresentaram valores mais elevados no filme AGFA do que no KODAK.

Tabela 19 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor preta por tipo de impressão, exposição ou não ao sol e temperatura segundo o tempo.

Filme	Exposição	Temperatura	Tempo (minutos)			Valor de p
			30	60	120	
			Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	
• AGFA	Sem sol	40°C	0,01 ± 0,02 (0,00)	0,00 ± 0,01 (0,01)	0,01 ± 0,01 (0,01)	p ⁽¹⁾ = 0,780
		60°C	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,02 ± 0,02 (0,01) ^(A)	0,05 ± 0,02 (0,05) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,008*
		80°C	0,33 ± 0,09 (0,32)	0,39 ± 0,14 (0,45)	0,07 ± 0,56 (0,25)	p ⁽¹⁾ = 0,379
	Com sol	40°C	0,07 ± 0,04 (0,09)	0,04 ± 0,06 (0,03)	0,09 ± 0,07 (0,10)	p ⁽¹⁾ = 0,299
		60°C	-0,48 ± 0,47 (-0,44)	-0,62 ± 0,78 (-0,29)	-0,94 ± 0,25 (-1,08)	p ⁽¹⁾ = 0,177
		80°C	-1,18 ± 0,09 (-1,21)	-1,08 ± 0,20 (-1,15)	-0,97 ± 0,13 (-0,93)	p ⁽¹⁾ = 0,060
• KODAK	Sem sol	40°C	0,03 ± 0,02 (0,02)	0,01 ± 0,01 (0,00)	0,00 ± 0,01 (0,00)	p ⁽¹⁾ = 0,138
		60°C	0,02 ± 0,02 (0,02)	0,03 ± 0,02 (0,03)	0,02 ± 0,02 (0,02)	p ⁽¹⁾ = 0,540
		80°C	0,17 ± 0,07 (0,20)	0,15 ± 0,07 (0,18)	0,09 ± 0,08 (0,12)	p ⁽¹⁾ = 0,086
	Com sol	40°C	0,04 ± 0,04 (0,05) ^(A)	0,05 ± 0,04 (0,06) ^(A)	0,13 ± 0,07 (0,12) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,016*
		60°C	0,03 ± 0,03 (0,02) ^(A)	0,17 ± 0,06 (0,17) ^(B)	0,02 ± 0,01 (0,01) ^(A)	p ⁽¹⁾ = 0,001*
		80°C	0,15 ± 0,08 (0,15) ^(A)	0,18 ± 0,08 (0,15) ^(A)	0,06 ± 0,06 (0,05) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,045*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Kruskal Wallis.

Obs.: Se todas as letras entre parênteses são distintas, comprova-se diferença significativa entre os tempos correspondentes.

Dos resultados comparativos da variação da densidade entre os tempos, por tipo de impressão, ausência ou presença de exposição ao sol e temperatura para a cor preta (tabela 19), verificam-se diferenças significativas no filme AGFA, sem sol, temperatura de 60°C para o tempo de 120 minutos e filme KODAK, com exposição ao sol em todas as temperaturas consideradas.

Para as combinações com diferenças significativas se destaca que a média aumentou com o tempo no filme KODAK com exposição ao sol e temperatura de 40°C. Por meio dos testes de comparações múltiplas pareadas, comprova-se diferença significativa entre o tempo de 120 minutos com os tempos de 30 e 60 minutos.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CALOR E DA LUZ SOLAR NA MODIFICAÇÃO DA
DENSIDADE DE FILMES RADIOGRÁFICOS IMPRESSOS
– RESULTADOS –

No filme KODAK também com exposição ao sol na temperatura de 60°C, a média mais elevada ocorreu no tempo de 60 minutos, com diferença significativa entre este tempo e os demais. Na temperatura de 80°C, a média foi menos elevada no tempo de 120 minutos e foram aproximadas nos tempos de 30 e 60 minutos, com diferença significativa do tempo de 120 minutos e cada um dos outros tempos.

Tabela 20 – Resultados da variação das diferenças da densidade da cor preta por tipo de impressão, exposição ou não ao sol e tempo segundo a temperatura.

Filme	Exposição	Tempo (Minutos)	Temperatura			Valor de p
			40°C	60°C	80°C	
			Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	Média ± DP (Mediana)	
• AGFA	Sem sol	30	0,01 ± 0,02 (0,00) ^(A)	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,33 ± 0,09 (0,32) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		60	0,00 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,02 ± 0,02 (0,01) ^(A)	0,39 ± 0,14 (0,45) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		120	0,01 ± 0,01 (0,01) ^(A)	0,05 ± 0,02 (0,05) ^(B)	0,07 ± 0,56 (0,25) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,013*
	Com sol	30	0,07 ± 0,04 (0,09) ^(A)	-0,48 ± 0,47 (-0,44) ^(B)	-1,18 ± 0,09 (-1,21) ^(C)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
		60	0,04 ± 0,06 (0,03) ^(A)	-0,62 ± 0,78 (-0,29) ^(B)	-1,08 ± 0,20 (-1,15) ^(C)	p ⁽¹⁾ = 0,001*
		120	0,09 ± 0,07 (0,10) ^(A)	-0,94 ± 0,25 (-1,08) ^(B)	-0,97 ± 0,13 (-0,93) ^(B)	p ⁽¹⁾ < 0,001*
• KODAK	Sem sol	30	0,03 ± 0,02 (0,02) ^(A)	0,02 ± 0,02 (0,02) ^(A)	0,17 ± 0,07 (0,20) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,001*
		60	0,01 ± 0,01 (0,00) ^(A)	0,03 ± 0,02 (0,03) ^(A)	0,15 ± 0,07 (0,18) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,003*
		120	0,00 ± 0,01 (0,00) ^(A)	0,02 ± 0,02 (0,02) ^(AB)	0,09 ± 0,08 (0,12) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,030*
	Com sol	30	0,04 ± 0,04 (0,05) ^(A)	0,03 ± 0,03 (0,02) ^(A)	0,15 ± 0,08 (0,15) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,005*
		60	0,05 ± 0,04 (0,06) ^(A)	0,17 ± 0,06 (0,17) ^(B)	0,18 ± 0,08 (0,15) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,001*
		120	0,13 ± 0,07 (0,12) ^(A)	0,02 ± 0,01 (0,01) ^(B)	0,06 ± 0,06 (0,05) ^(B)	p ⁽¹⁾ = 0,002*

(*): Diferença significativa ao nível de 5,0%.

(1): Através do teste Kruskal Wallis.

Obs.: Se todas as letras entre parênteses são distintas, comprova-se diferença significativa entre as temperaturas correspondentes.

A Tabela 20 mostra a verificação de diferença estatística da variação da densidade da cor preta nos dois tipos de impressão, exposição ou não ao sol, tempo e temperaturas. Dessa tabela, destaca-se que com exceção do filme KODAK exposto ao sol no tempo de 120 minutos, nas demais combinações as médias absolutas (sem considerar o sinal) das variações foi mais elevada na temperatura de 80°C. Através dos testes de comparações pareadas, comprova-se diferenças significativas entre a temperatura de 80°C com cada um das temperaturas em cada um dos filmes quando não houve exposição ao sol, nos

tempos de 30 e 60 minutos, à temperatura de 40°C com cada uma das outras temperaturas nos tempo de 120 minutos sem e com exposição ao sol no filme AGFA e tempo de 60 e 120 minutos quando houve exposição ao sol no filme KODAK, entre as três temperaturas estudadas quando foi utilizado o filme AGFA, com exposição ao sol nos tempos de 30 e 60 minutos e entre as temperaturas de 40°C e 80°C no filme KODAK, sem exposição ao sol no tempo de 120 minutos.

6 DISCUSSÃO

A qualidade da imagem em radiologia envolve antes de tudo, a análise dos tons de cinza que representam os tecidos envolvidos, apresentados em um filme radiográfico. Não é necessário afirmar que a perda ou modificação da densidade desses tons de cinza, devido ao armazenamento, vem em muito prejudicar a qualidade do diagnóstico e suas dependências inter-relacionadas com o passar dos anos.

Depois da introdução dos sistemas digitais, ficou mais difundida a opção de arquivamento nos sistemas de comunicação PACS; porém, a impressão por meio de impressoras dry laser e térmica ainda é bastante comum.

O armazenamento das imagens radiográficas obtidas digitalmente e impressas por meio de impressoras dry deve considerar as condições climáticas principalmente de temperatura e possibilidade de exposição solar. Esses dois fatores, juntamente com o tempo de exposição a eles, foram estudados nesse trabalho que avaliou a modificação da densidade de 4 (quatro) cores aleatoriamente escolhidas.

A partir dos dados apresentados, foram observadas modificações das densidades das cores avaliadas impressas nas duas tecnologias dry seca: fototermográfica-KODAK e termográfica-AGFA na medida em que se eleva a temperatura e aumenta-se o tempo de sua exposição, principalmente quando se une esses fatos à exposição solar. Essas alterações podem ter sido atribuídas ao fato de que as duas tecnologias utilizam-se do calor como forma final de enegrecimento, ficando, portanto, sensível a posteriores exposições a temperatura.

Gahleitner *et al.*, em 1999, em pesquisa que avaliou comparativamente a estabilidade térmica dos filmes impressos em Dry fototermográfica molhada e seca termográfica, concluíram que o filme impresso por tecnologia termográfica, apresentou degradação dos tons de cinza em temperaturas acima de 70°C e ficou

totalmente preto a 100°C, oferecendo limitações em relação ao seu diagnóstico principalmente em função da temperatura de armazenamento. Segundo eles, o fabricante afirma, que, arquivado em condições ideais recomendadas pelo Nacional Standards Institute (25°C / 77°F), as imagens podem durar mais de 30 anos. Mas, deixado em um ambiente quente ou em um carro com exposição à luz solar direta, isso é facilmente alterado.

Com relação à temperatura de modificação dos tons de cinza, foi observado que a cor cinza claro avaliada (40%) e cinza escuro (70%) tiveram suas densidades modificada de forma bastante expressiva a partir de 80°C nos dois tipos de impressão, quando não expostos ao sol, e a partir de 40°C, quando expostos concomitantemente ao sol.

No presente estudo, observa-se ainda, que por meio da impressão termográfica (AGFA), as cores avaliadas mantiveram sua estabilidade na temperatura de 40°C sem exposição solar. Porém, na impressão fototermográfica (KODAK), apenas a cor cinza claro e preto responderam com o mesmo resultado.

Zahringer *et al*, 2001, afirmaram que essas impressoras devem ter conformidade com a American National Standards Institute (ANSI) e, para atender sua conformidade, a perda da densidade esperada dentro de 20 anos é de no máximo 10%.

Sobre a perda percentual da densidade, no experimento realizado, pôde-se concluir que a maioria das cores nas duas tecnologias de impressão apresentou perda igual ou superior a 10% a partir da temperatura de 60°C com 60 minutos de exposição e, no caso com exposição solar no filme fototermográfico (KODAK), o grau percentual de modificação da densidade chegou a mais de 100% para a cor branca também na temperatura de 60°C e 60 minutos.

Essa perda de densidade observada nas duas tecnologias, a partir da exposição à temperatura pode ser atribuída à condição de que as duas tecnologias utilizam-se do calor como forma final de enegrecimento, ficando, portanto, sensíveis à posteriores exposições a temperatura. Isso trará enormes

prejuízos à necessidade de armazenamento em condições fora das previstas pelos fabricantes.

Segundo a Nacional Highway Traffic Safety Administration, NHTSA, órgão americano de segurança, a temperatura dentro de um carro pode subir 20°C em apenas 10 minutos, podendo chegar rapidamente a mais de 40°C em um dia em que esteja fazendo 26°C, corroborado por um estudo do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de San Francisco, em 1999, que concluiu ainda que um carro em temperatura ambiente (25°C), após uma hora, ao sol, tem sua temperatura interna aumentada para 47,8°C.

Fato esse que, comparado aos resultados aqui apresentados é suficiente para degradar todos os tons avaliados nas duas tecnologias de impressão.

Nossos resultados assemelham-se aos apresentados por Khalifah *et al.*, em 2007, que demonstraram a variação da densidade de radiografias impressas por tecnologias Dry seca expostos ao calor excessivo, tal como a luz solar direta em uma temperatura média de 40 °C ao longo de um período de tempo. Os autores recomendaram ainda que os pacientes devem ser informados dessas possíveis alterações e aconselhados a armazenar os filmes processados a seco longe de tais condições, em lugares onde as temperaturas diurnas possam exceder 40°C. E que todas as radiografias devem ser mantidas em envelopes de armazenamento para minimizar as alterações na qualidade da imagem.

Ao avaliarem a qualidade da impressão de imagens impressas por meio das tecnologias laser a seco (Dry) e molhada, Schueller *et al.*, (2007) concluíram que a impressão nas tecnologias seco e molhada são iguais nas evidências de parâmetros objetivos e subjetivos.

A avaliação da qualidade da imagem ou perda dela após a exposição aos fatores avaliados não fora objetivo deste estudo. Porém, é fácil perceber que se for exposto a fatores degradantes da densidade de suas cores, o exame radiográfico com as modificações das densidades aqui já descritas apresentará

grandes perdas na condição diagnóstica e de representatividade da veracidade das informações obtidas a partir dele.

A conclusão pelo valor da qualidade diagnóstica dos filmes impressos pela tecnologia Dry seca para exames de mamografia digital, foi corroborada por Krupinski em 1996, Morgenroth *et al.*, 2005 e Khalifah *et al.*, 2006.

A modificação da densidade acontece em níveis diferentes em relação às cores avaliadas, o que pode levar à perda de informação diagnóstica em tons claros e escuros de forma não linear e pode impedir, por exemplo, o reconhecimento de cáries nos tons de cinza correspondentes a dentina ou ao esmalte.

O Código de defesa do consumidor, 1990, o Código de Ética Odontológica, 2003, e o Conselho Federal de Medicina, 2007, afirmam que a responsabilidade do profissional pode ser colocada a prova pelo usuário de seus serviços, o paciente, devendo o mesmo se defender utilizando-se do prontuário ou ficha clínica, organizado com informações claras, objetivas e de boa qualidade, o que não acontecerá com as imagens radiográficas impressas pela tecnologia Dry Seca que porventura sejam expostas ao sol e calor por mais de 30 minutos durante o seu armazenamento.

Considerando que facilmente pode-se encontrar a mesma situação de temperatura/tempo suficientes para degradar as tonalidades da impressão realizada pela tecnologia dry seca, torna-se pouco possível o cumprimento à risca da legislação vigente, de acordo com o CFO, CFM e PROCONs¹ no tangente à guarda dos exames com qualidade diagnóstica por 20 anos.

Atualmente, o desenvolvimento tecnológico possibilita que os documentos sejam arquivados de maneira sintética, não necessitando, dessa forma, o arquivamento de todos os documentos originais (Processo. - consulta CFM Nº. 6.979/98 PC/CFM/Nº. 25/2000), desde que, segundo a Resolução CFM Nº. 1.331/89: “(...) Art. 2º. – Depois de decorrido prazo não inferior a 10 (dez) anos

¹ PROCONs – órgãos de proteção ao consumidor

(...), o prontuário pode ser substituído por métodos de registro capazes de assegurar a restauração plena das informações nele contidas (...). Contudo, caso os exames radiográficos impressos nas tecnologias dry seco avaliadas não tenham seguido critérios de armazenagem dentro dos preceitos ideais de temperatura e proteção à exposição solar, poderão já ter densidades degradadas quando do momento de seu arquivamento não refletindo sua realidade. Mas, considerando ser essa possibilidade um importante instrumento de modernização, torna-se necessário, o arquivamento da imagem digital original, possibilitando nova impressão dessas imagens, atendendo aos requisitos de restaurar plenamente as informações quando de sua necessidade legal ou civil.

Durante a fase inicial e “piloto” dessa pesquisa, pôde-se avaliar que as densidades iniciais das mesmas cores, impressas a partir da mesma tecnologia de impressão em momentos diferentes, apresentaram diferenças significativas como as referendadas no grupo impresso pela tecnologia termográfica (AGFA) e testado na temperatura de 40°C a 120 minutos.

Essa observação aconteceu devido à necessidade de repetição desse grupo, devido ao cobrimento do sol por nuvens, impedindo sua correta exposição de acordo com o proposto. A partir desse fato, pôde-se observar e sugerir que os fatores degradantes das densidades podem atuar nos filmes impressos pela tecnologia termográfica antes mesmo de sua impressão. Esta situação indica a necessidade de novas pesquisas envolvendo essas possibilidades para aumentar o conhecimento sobre esses fatores e maximizar a durabilidade dos exames radiográficos obtidos digitalmente e impressos pelas tecnologias dry seco. E foi o motivo pelo qual foram incluídos em cada um dos grupos apenas corpos de prova impressos no mesmo filme.

Outro fato que chamou muito atenção aconteceu quando foi avaliada a cor preta impressa por meio da tecnologia térmica (AGFA) exposta às temperaturas de 60°C e 80°C em todos os tempos avaliados com exposição solar. Diferentemente de todas as outras condições apresentadas pelas outras cores,

tempos e temperaturas avaliados, nesses casos citados acima, a variação da densidade aconteceu com sua redução e não com o seu aumento. Sugere-se que essa modificação possa ter ocorrido em virtude de que a tecnologia termográfica, realiza a impressão da imagem através de uma cabeça térmica que, através do seu aquecimento provoca o enegrecimento de uma camada plástica que fica sobre a base do filme de poliéster e, nessas condições às quais foram expostas, aconteceu a rachadura e destacamento dessa camada plástica, removendo a parte escura da imagem permitindo a leitura de maior transparência pelo densitômetro e consequente redução da densidade média obtida.

Tendo em vista a posição geográfica do Brasil com sua maior área posicionada inter-trópicos, tem-se o calor como condição média na maior área do país e consequentemente o maior risco de exposição dos filmes impressos às situações degradantes de temperatura e luminosidade. Portanto, deve-se dar ciência aos fatores ideais de armazenamento protegidos do calor e da luz do sol para alcançar os preceitos mínimos de durabilidade exigidos pela legislação.

Devendo ainda, ser incentivada a análise e armazenamento destes exames pelos métodos digitais, pois desta forma, não estarão sujeitos às variações aqui apresentadas bem como podem ser impressos e reimpressos em qualquer momento com total fidelidade às informações originais para utilização no diagnóstico, defesa judicial e identificação *postmortem*.

7 CONCLUSÃO

Frente aos resultados observados nesse estudo, foi possível concluir que:

1. As variações provocadas pelas condições de: tempo x temperatura e luz solar, utilizados nesse experimento são suficientes para modificar a densidade das cores avaliadas.
2. A exposição ao sol intensifica a possibilidade de modificação da densidade em ambas as tecnologias de impressão avaliadas.

REFERÊNCIAS*

Brasil. Código de ética Odontológica. Rio de Janeiro: CFO; 2003.

Brasil. Código de ética Odontológica. Rio de Janeiro: CFO; 2012.

Brasil. Código civil brasileiro, Lei 10.406. Brasília; 10 de Janeiro de 2002.

Brasil. Processo Consulta CFM Nº. 6.979/98 PC/CFM/Nº.25/2000, aprovado em Sessão Plenária CFM dia 13 de setembro de 2000. Brasília; 2000.

Brasil. Resolução CFM Nº. 1.821/07, Publicada no D.O.U. de 23 de novembro de 2007, Seção I, Pg. 252. Brasília; 2007.

Brasil. Resolução CFM Nº. 1.331/89, Publicada no D.O.U. de 21 de setembro de 1989. Brasília; 1989.

Compobasso, C. P.; Deel'erba, A. S.; Belviso, M.; Di Vella, G. Craniofacial identification by comparison of antemortem e postmortem radiographs: two cases reports dealing with burnt bodies. Am J Forensic Med Pathol, v. 28, n. 2, p. 182-186, 2007.

Crosby, DR; Crosby, MS. Professional liability in orthodontics. J Clin Orthod. 1987; 21(3): 162-166.

Daruge E. Direitos profissionais na Odontologia. São Paulo. Ed. Saraiva, 1978.

Gahleitner, A; Kreuzer, S.; Schick, S.; Nowotny, R.; Breitenseher, M.; Solar, P.; Czerny, C.; Lang, T.; Imhof, H. Dry versus Conventional Laser Imagers: Film Properties and Image Quality. Radiology. Vol 210 Number 3. March, 1999.

França, GV. Direito médico. 8ª. Ed. São Paulo. Fundação BYK, 2003.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Holanda, D.A; Mello, V.V.C.; Zimmermann, R. D.; Documentação digital em Odontologia. *Odontol.Clin.-Cient.*, Recife, 9(2) 111-113, abr/jun. 2010

Khalifah Al K; Brindhabanm A; Al-Ali H; Alhuraibi A. The Stability of dry and wet laser imaging systems in diagnostic imaging. *Radiol Technol.* 2005; 76(3):192-196.

Khalifah Al K, Brindhaban A., Arfaj R. Al, Jassim O. Image quality of digital mammography images produced using wet and dry laser imaging systems. *Radiography* (2006).

Khalifah Al K; Brindhab AN Ajit; Al Baloul Ghadeer; Al Bather Fatmah; Abdulgafoor Manal. Optical Density changes In Dry-processed Films. *Radiologic Technology*; 2007, Vol.79: 9-16.

Krupinski, E.A. Clinical Assessment of Dry Laser-processed Film versus Traditional Wet-processed Film with Computed Tomography, Magnetic Resonance Imaging, and Ultrasound. *Acad Radiol* 1996;3:855-858

Liang Z; Du X; Guo X; Rong D; Kang R; Mao G; Liu J; Li K. Comparison of dry laser printer versus paper printer in full-field digital mammography. *Acta Radiol*; 51(3): 235-239, 2010.

Morgenroth C; Winnekendonk G; Gossmann A; Warm M; Lackner K. Digital X-ray mammography: comparison of the image quality achievable with a wet laser imager, a dry infrared laser imager and a dry laser imager using direct thermography. *Rofo*;177(7): 955-961, 2005 Jul.

NHTSA – National Highway Traffic Safety Administration. EUA: 2012 [Acesso em 24/07/2012]. Disponível em <http://www.nhtsa.gov/safety/hyperthermia>.

Nogueira, TLT. Direitos básicos do consumidor: a facilitação da defesa dos consumidores e a inversão do ônus da prova. *Rev. Direito do Consumidor.* 1994; 10: 48-60.

Schueller G; Kaindl E; Matzek WK; Semturs F; Schueller Weidekamm-C; Helbich TH. Image quality of wet laser printer versus a paper printer for full-field digital mammograms. *Am J Roentgenol*, 2006; 186 (1) 38-43.

Schueller G, Kaindl E, Langenberger H, Stadler A, Schueller-Weidekamma C, Semturs F, Helbich H. Validation of image quality in full-field digital mammography: Is the replacement of wet by dry laser printers justified? *European Journal of Radiology* 62 (2007) 267–272

Silva, AA; Malacarne, BG. A responsabilidade Civil do Cirurgião Dentista perante o Código de defesa do consumidor. *Jornal Brasileiro de Odontologia*. 1999. Curitiba: 22(4), 305-310.

WOOD, R. E. Forensic aspects of maxillofacial radiology. *Forensic Science International*, v. 159S, p. S47-S55, 2006.

Zahringer M; Wassmer G.; Krug B.; Winnekendonk G.; Gossnnann A; Lackner K. J.; Image Quality of Digital Chest S-Rays: Wet Versus Dry Laser Printers In Chest Imaging. *Journal of Digital Imaging*, Vol 14, No 3 (September), 2001: pp 158-162

BIBLIOGRAFIA

Douglas G. Altman Chapman and Hall. Practical Statistics for Medical Research. 1991, Great Britain, London, 611 pg

Ceccotti HM, Sousa DD. Teses e Dissertações: Manual de Normalização da Unicamp/FOP [Manual] Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2006 [Acesso 05/08/2012]. Disponível em <http://biblioteca.fop.unicamp.br/cms/index.php/manuais>.

Jerrold H. Zar. Biostatistical Analysis. Four Edition; Prentice Hall – New Jersey – USA, 1999 – 929 pg.

Portal do Transito. São Paulo: Brasil [Acesso 24/07/2012]. Disponível em: <http://www.portaldotransito.com.br/reportagens-especiais/o-perigo-de-deixar-criancas-sozinhas-no-carro.html>.

Portal do Diário.com. Maringá: PR: Brasil, 29/11/2009 [Acesso 24/07/2012]. Disponível em <http://maringa.odiario.com/veiculos/noticia/231089/temperatura-sobe-80-dentro-do-carro-parado/>.

Sakurai T, Matsumoto Y, Onoyama K, Kawamata R, Kashima I. Image quality of film transparency printer output of digital dental radiographs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005;99:490-495).

Schulze RK, Schulze D, Voss K, Rottner M, Keller H-P, Dollmann K, Maager B, Wedel M. Quality of individually calibrated customary printers for assessment of typical dental diagnoses on glossy paper prints: a multicenter pilot study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;106:578-586.

Soares M.G.; Takeshita, W. M.; Moraes, L.C.; Medici Filho, E; Castilho, J.C.M. Truths and lies on the legality of the digital radiography in Dental Radiology. RBO; v.61, n.1, Jan/Fev/Mar, 2004.