



**UNIVERSIDADE ESTADUAL
PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE MEDICINA**

Gregório Platero Canton

**Análise de segurança do protocolo de tomografia
computadorizada da Unidade de AVC da Faculdade de Medicina
de Botucatu – SP**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina, Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, *campus* de
Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Pesquisa Clínica.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Bazan

**Botucatu
(2021)**

**Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Medicina**

Gregório Platero Canton

**Análise de segurança do protocolo de tomografia
computadorizada da Unidade de AVC da Faculdade de
Medicina de Botucatu – SP**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, *campus* de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Pesquisa Clínica.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Bazan

Botucatu

(2021)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Canton, Gregório Platero.

Análise de segurança do protocolo de tomografia computadorizada da Unidade de AVC da Faculdade de medicina de Botucatu - SP / Gregório Platero Canton. - Botucatu, 2021

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina de Botucatu

Orientador: Rodrigo Bazan
Capes: 30901030

1. Acidente vascular cerebral - Pacientes. 2. Raios X. 3. Tomografia computadorizada por raios X. 4. Radiação - Dosimetria. 5. Doses de radiação.

Palavras-chave: Acidente vascular cerebral; Dosimetria; Proteção Radiológica; Raio-x; Tomografia computadorizada.

**Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Medicina**

Gregório Platero Canton

**Análise de segurança do protocolo de tomografia computadorizada
da Unidade de AVC da Faculdade de Medicina de Botucatu – SP**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, *campus* de Botucatu, para obtenção do título de mestre em Pesquisa Clínica Médica.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Bazan

Comissão examinadora:

Prof. Dr. Rodrigo Bazan

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” – Unesp

Prof. Dr. Pedro Tadao Hamamoto Filho

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” – Unesp

Prof. Dr. Gustavo José Luvizutto

Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM

Botucatu, 1 de fevereiro de 2021.

Dedicatória

A Deus e aos meus pais, Cleusa e Gregório, que me incentivaram e estiveram comigo em todos os momentos, nos bons e principalmente nos ruins, me dando todo carinho e apoio e nunca me deixando desanimar.

Ao meu irmão, Matheus, que, mesmo com seu jeito brincalhão e extrovertido de ser, me apoiou e acreditou em mim em todos os momentos. Tenho muito orgulho do homem que você se tornou!

Aos meus avós Ruth e Sérgio, que, com sua fé e orações, me possibilitaram cada conquista e que, com seus sorrisos, me deram forças para chegar até aqui. Prometo que, com a senhora e com o senhor, vou muito além!

Aos meus anjos que hoje moram no Céu, Maria, Paulo, Amélia e Vanda, por terem me dado todo apoio em vida. Sei que me ajudaram muito de onde estão. Amo muito vocês!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Bazan. Mais que um orientador. Hoje, tenho você como um amigo.

À Juli por toda ajuda e pela paciência, e à Fernanda por todo apoio.

À minha namorada, Hérica, uma rocha em minha vida, um presente de Deus e meu Norte. Obrigado pela paciência, ajuda e companheirismo em minha caminhada, que agora é nossa.

Aos grandes amigos, Bruno, Silas, Fabricio, Rodolfo, Luan, Fernando, Juliano e Cosme, por todo apoio e por cada palavra de incentivo. Vocês são demais!

A toda a Família 49, Edson, Guilherme, Tiago, Jonas, Alan, Dani, e a todos os agregados!

Agradecimentos especiais

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Bazan, pela paciência e por todo apoio nesta jornada. Você é um exemplo de profissional, pesquisador, docente e amigo. Levarei eternamente comigo os seus ensinamentos e o seu bom humor. Obrigado por todos os conselhos e ensinamentos. Obrigado por me mostrar o caminho, não o mais fácil, mas o correto. Hoje, me sinto muito mais completo e pronto para trilhar o meu caminho me espelhando em você.

À Juli por me ensinar o que é ser um pesquisador e por me ajudar em todas as dificuldades que tive por não ser da área da Saúde. Obrigado por me auxiliar, sempre com muita calma e companheirismo, em cada nome, em cada etapa da pesquisa, em cada detalhe.

À banca de qualificação, Prof. Dr. André Trindade e Prof. Dr. Edison Vidal, e à banca de defesa, Prof. Dr. Gustavo Luvizutto e Prof. Dr. Pedro Hamamoto, pelas valiosas orientações. Sem elas, meu trabalho jamais alcançaria tamanha qualidade.

Aos professores do IFSP – Piracicaba Dr. Valter Cesar Montanher, Dr. Aldo Gomes Pereira e Dr. Natanael Itepan pelo incentivo e força para eu continuar na vida acadêmica.

À Fernanda Winckler pela experiência transmitida e pelo auxílio nos processos da pesquisa.

À Raquel do CIMED pelo levantamento de dados para a pesquisa.

À Natalia, eterna Naty, por me inserir neste mundo de que tanto sonhei fazer parte. Este mestrado também é seu! Obrigado por toda ajuda e pela paciência. Sei que não foi fácil me ensinar tudo sobre a área da Saúde!

A toda a equipe multidisciplinar da Unidade de AVC da Faculdade de Medicina de Botucatu pelo carinho e acolhida e pela paixão com que cada profissional tem para com os pacientes da unidade.

Aos 109 pacientes voluntários da pesquisa e a seus familiares, que, mesmo passando por momentos difíceis, dedicaram-se a apoiar este estudo. Sem vocês, ele não teria acontecido!

Agradecimentos

A toda a equipe da biblioteca da Faculdade de Medicina de Botucatu pela assessoria.

Aos funcionários da UPCLIN e aos funcionários do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu pelo trabalho árduo e impecável.

Aos professores do programa de pesquisa clínica pela dedicação e tempo despendido para nos qualificar.

A toda a equipe de radiologia e a todos os enfermeiros e técnicos do lugar do Hospital das clínicas de Botucatu

*A todos os companheiros de sala por compartilharem comigo momentos de aprendizado e de crescimento pessoal.
A todos os meus amigos e familiares que sempre estiveram ao meu lado e que, de alguma forma, me ajudaram a dar este passo!*

Epígrafe

*“Na vida, não existe nada
a se temer, apenas a ser
compreendido.”*

(Marie Curie, 1867-1934).

RESUMO

Introdução: Este trabalho teve como principal objetivo analisar a segurança do protocolo de tomografia da UAVC-HCFMB. O acidente vascular cerebral (AVC) é a segunda maior causa de morte nos dias atuais e a terceira causa de incapacidade em todo o mundo, apresentando elevados índices de reincidência. O paciente que sofre AVC necessita de um atendimento multidisciplinar e rápido em que são feitos exames de imagem. Entre esses exames, o mais comum/recorrente é a tomografia computadorizada (TC), que é realizada repetidamente como uma forma de controle. Os exames de imagem para diagnosticar casos de AVC fazem uso de raios-X, que são um tipo de radiação ionizante. Os raios-X são conhecidos por causarem danos à saúde quando seu uso é excessivo. Por esse motivo, faz-se necessária uma análise de proteção radiológica, no que tange ao uso de raios-X em exames de imagem para o diagnóstico de AVC.

Método: No período de março a agosto de 2019, foram analisados dados clínicos de 109 pacientes internados na Unidade de AVC do Hospital das Clínicas de Botucatu (UAVC-HCFMB), interior de São Paulo. Todos esses pacientes foram diagnosticados com AVC do tipo isquêmico (AVCi). Destes pacientes foram coletados os dados clínicos após isso foi feito um acompanhamento de todos os exames de imagem, coletando os dados de CTDI foram retirados diretamente do tomógrafo. Após esses procedimentos, os dados foram corrigidos para o padrão SSDE, e as doses efetivas de radiação recebida pelos pacientes durante sua internação foram calculadas.

Resultados: Dos 109 pacientes, em sua maioria homens idosos, 18,3% eram reincidentes em algum tipo de AVC ou AIT, sendo que sua grande maioria sofria de hipertensão arterial (77%). Notou-se que o protocolo de aquisição de imagem foi seguido mesmo nos casos mais graves de AVCi, não gerando, portanto, diferença estatística para pacientes. Quando comparados pelo NIHSS de entrada ou de alta, os resultados foram favoráveis ao protocolo. Quando comparados pelas escalas de Bamford e TOAST, pacientes que fizeram TCMD, isoladamente ou associada a TC ou angiotomografia computadorizada, receberam doses efetivas significativamente mais altas em comparação com aqueles que não passaram por esse exame ($p < 0,001$).

Discussão: Com relação às doses efetivas identificadas, verificou-se que todas estão dentro dos padrões de segurança previstos pelos órgãos reguladores no país. Com a análise das condutas do protocolo adotado, o protocolo mostrou-se totalmente eficaz, independentemente da gravidade do AVCi, quando comparado a exposição às etiologias também não houve diferença na dose efetiva desses pacientes; porém, necessita-se de mais estudos sobre o assunto para melhor compreendê-lo.

Conclusão: Verificou-se que o protocolo de TC da UAVC-HCFMB é seguro em sua totalidade, tendo em vista a legislação vigente no país e normatizada pela Vigilância Sanitária e pela Comissão Nacional de Energia Nuclear. Verificou-se, também, que não há diferença estatisticamente relevante na dose efetiva recebida pelos pacientes.

Paravras chaves: Acidente vascular cerebral; Dosimetria; Proteção Radiológica; Raio-x; Tomografia computadorizada.

ABSTRACT

Introduction: The stroke is the second major cause of death today and the third major cause of incapacity all over the world, with high levels of incidence. This patient needs a quick and multidisciplinary treatment from which there are done exams, including imaging exams, computerised tomography (CT) on the majority of these cases, which are repeated as control. However these exams use X-rays, a type of ionizing radiation which are known the damage caused by its excessive use. For this reason a protection radiologic analysis is necessary.

Method: 109 patients were analyzed from the period of March to August 2019, all diagnosed by having an ischemic stroke that were hospitalized at the Stroke Unit of the Hospital of Clinical from Botucatu (US-HCFMB), São Paulo's county. From these patients were collected clinical data, and followed for their image exams and the CTDI data collected. Afterwards this data was corrected for the standard SSDE therefore calculated the effective dosage of radiation suffered by this patient during his hospitalization.

Results: From the 109 patients, the majority of them men, elderly, 18,3% had a previous stroke(s) or AIT, the majority had arterial hypertension. The protocol was followed even in the worse cases, thus not generating statistical difference to patients when compared by the hospital entry NIHSS or hospital release. The results were favorable to the protocol when compared with the Bamford and TOAST scales, only MSCT or associated with CT or angiography, received higher doses than those who did not perform this, with statistical significance $p < 0.001$.

Discussion: This paper had as principal objective analyse the safety of the Tomography protocol UAVC-HCFMB, as well if the effective doses found were between the security patterns envisaged by the regulation entities in the country, analyzing if the practices of the adopted protocol was totally effective, regardless of the patient severity. When compared to the etiologies there wasn't difference on the effective dosage on those patients. However there is the need of further studies about the subject to better understanding.

Conclusion: We have concluded that the Computerized Tomography

of the Unidade de AVC do Hospital das Clínicas de Bocatú-SP, is safe in altogether regarding the vigent legislation on the country and standardised by Sanitary Vigilance and CNEN, not having difference on the effective dosage received by the patients according to the treatments and severity of the stroke.

Keywords: Stroke; Dosimetry; Radiation Protection; X-Rays; Tomography, X-Ray Computed .

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características gerais de pacientes com AVCi na UAVC-HCFMB

Pág.: 32

Tabela 2: Dose efetiva de radiação recebida por pacientes admitidos com AVCi de acordo com as classificações clínicas de Bamford e TOAST

Pág.: 33

Tabela 3: Dose efetiva de radiação recebida por pacientes trombolisados e não trombolisados admitidos por AVCi

Pág.: 34

Tabela 4: Relação entre a dose efetiva de radiação recebida pelos pacientes hospitalizados por AVCi e a gravidade da doença avaliada pela escala de NIHSS

Pág.: 34

Tabela 5: Comparação de dose efetiva, mediana dicotomizada: fez, não fez TCMD

Pág.: 34

Tabela 6 Comparação de dose efetiva mediana de acordo com exames realizados – Teste de Kruskal-Wallis para dados não paramétricos seguido de Dunn.

Pág.: 34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma de inclusão dos pacientes entre março e agosto de 2019 **Pág.: 31**

Figura 2: Dose efetiva de radiação recebida pelos pacientes após internação por AVC em relação à gravidade da doença avaliada pelo NIHSS **Pág.: 35**

LISTA DE ABREVIATURAS

AIT – ACIDENTE ISQUÊMICO TRANSITÓRIO

AVC – ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

AVCh – ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL DE ORIGEM HEMORRÁGICO

AVCi – ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL ISQUÊMICO

CNEN – COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR

CTDI – COMPUTED TOMOGRAPHY DOSE INDEX

FDA – FOOD AND DRUG ADMINISTRATION

NIHSS – NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH STROKE SCALE

mSv – MILISSIVERT

mGy – MILIGRAY

RM – RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

SSDE – SIZE-SPECIFIC DOSE ESTIMATE (ESTIMATIVA DE DOSE
ESPECIFICADA PELO TAMANHO)

TC – TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

TCMS – TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA MULTISLICE

UAVC-HCFMB – UNIDADE DE AVC do HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA
FACULDADE DE MEDICINA DE BOTUCATU

Sumário

INTRODUÇÃO.....	16
OBJETIVOS.....	18
<i>Objetivo Primário.....</i>	<i>18</i>
<i>Objetivos Secundários.....</i>	<i>18</i>
MÉTODOS.....	18
Delineamento.....	18
<i>Pacientes.....</i>	<i>19</i>
<i>Coleta de dados.....</i>	<i>19</i>
<i>National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS).....</i>	<i>20</i>
<i>Classificação Clínica de Bamford.....</i>	<i>20</i>
<i>Exames de Imagem.....</i>	<i>20</i>
Tomografia computadorizada.....	21
Angiotomografia com uso de contraste iodado.....	21
Tomografia computadorizada multislice.....	21
<i>Proteção radiológica.....</i>	<i>22</i>
<i>Protocolo de atendimento na UAVC-HCFMB.....</i>	<i>22</i>
<i>Análise estatística.....</i>	<i>23</i>
RESULTADOS.....	23
DISCUSSÃO.....	24
CONCLUSÃO.....	26
Referências.....	27

INTRODUÇÃO

O acidente vascular cerebral (AVC) acontece quando vasos sanguíneos que irrigam o cérebro são ocluídos ou se rompem, causando lesão na área atingida e, conseqüentemente, a morte do tecido dessa área. O AVC pode ser subdividido em dois grupos: acidente vascular cerebral de origem hemorrágica (AVCh) e acidente vascular cerebral isquêmico (AVCi). O AVCh se dá pela ruptura de vasos na superfície do cérebro ou entre o cérebro e a meninge; já o AVCi se dá quando existe uma oclusão do vaso, impedindo, assim, que o sangue circule. Segundo a Organização Mundial da Saúde, o AVC é a segunda principal causa de morte em todo o mundo e a terceira causa de incapacidade¹, apresentando elevados índices de prevalência e incidência. Hoje em dia estima-se que haja 62 milhões de sobreviventes de AVC no mundo², sendo que cerca de 90% desses indivíduos desenvolvem algum tipo de deficiência³.

Na admissão hospitalar do paciente acometido por AVC, é realizada avaliação clínica com a verificação de sinais e sintomas. Tal avaliação inclui exames bioquímicos e de imagem para verificar o tipo de AVC que o paciente apresenta e fazer o diagnóstico adequado. Os exames de imagem mais utilizados para a identificação e o diagnóstico de AVC são a tomografia computadorizada (TC) e, em alguns casos, a ressonância magnética (RM)⁴.

Para o tratamento de AVCi, podem ser feitos alguns procedimentos nas primeiras horas após o início dos sintomas, no intuito de reestabelecer a reperfusão cerebral. Dois desses procedimentos são a trombólise endovenosa e a trombectomia mecânica. A trombólise endovenosa consiste na aplicação de um trombolítico para proporcionar a quebra do trombo visando à recanalização da artéria obstruída antes que haja um grau de lesão tecidual irreversível. Por sua vez, a trombectomia mecânica consiste em um procedimento cirúrgico no qual o trombo é retirado da artéria com o auxílio de um dispositivo específico⁵.

Convém destacar que cada caso de AVC deve ser avaliado individualmente pelos especialistas. Independentemente do tratamento recebido, deve-se ressaltar a importância do correto diagnóstico e da correta definição do tipo de AVC. Por isso, os exames de imagem são imprescindíveis no atendimento a pacientes acometidos por essa doença.

A tomografia computadorizada (TC) tornou-se clinicamente disponível no início

da década de 70 e é a primeira modalidade de geração de imagens médicas possibilitada pelo computador. A vantagem da TC sobre a radiografia é a sua capacidade de exibir fatias tridimensionais da anatomia de interesse, eliminando a superposição de estruturas anatômicas e apresentando, assim, uma visão desobstruída da anatomia detalhada para o médico⁶. Embora a TC contribua muito para diagnósticos cada vez mais rápidos, suas doses são muito superiores às doses de raios-X aplicadas de modo convencional; portanto, emprega-se ao seu uso uma proteção radiológica muito mais severa⁷. Em geral, esses fatores incluem variáveis associadas à fonte de radiação e ao sistema biológico sendo irradiado. A identificação desses efeitos biológicos depende do método de observação e do tempo após a irradiação. Fatores relacionados à irradiação incluem a dose absorvida e a taxa de dose, bem como o tipo e a energia da radiação⁸.

A segurança na utilização de radiação tem sido estudada desde 1928 com a criação do International X-Ray and Radium Protection Committee no Segundo Congresso Internacional de Radiologia, 33 anos depois da descoberta dos raios-X por Wilhelm Conrad Röntgen. Hoje, após a evolução da ciência e devido aos acidentes nucleares de Chernobyl e Goiânia, muito foi melhorado; além disso, limites foram criados para a segurança tanto de profissionais ocupacionalmente expostos à radiação e quanto de pacientes ocasionalmente expostos à mesma. No Brasil, a exposição à radiação, seja ela ocupacional quanto médica ou não ocupacional são normatizadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e internacionalmente pela U.S. Food and Drug Administration (FDA). No Brasil, são utilizadas as normas da CNEN e da Portaria Federal nº 453, de 1 de junho de 1998 da Vigilância Sanitária, que estabelece o limite de doses anuais a 50mSv para pele e 15 mSv para cristalino. Segundo a norma CNEN NN 3,01, em sua resolução 164/14 de março de 2014, normatiza que as doses efetivas em situação de risco, para salvar vidas ou prevenir danos sérios à saúde devem ser inferiores a 100 mSv⁹.

Logo após a descoberta dos raios-X, começa um uso descontrolado das radiações. Surgiam cremes, chocolates, cigarros, todos contendo radionuclídeos. Os próprios médicos, que faziam, por curiosidade, radiografias do próprio crânio, mais tarde viram seus cabelos caírem, uma vez que não havia nenhum controle, nem da intensidade, nem da energia do feixe de raios-X. Além disso, foram registrados

aparecimentos de câncer e queimaduras severas. Este é o caso, por exemplo, da estudante de Medicina Emil H. Grubbé, fabricante de tubos de raios catódicos.¹⁰ Porém, os efeitos da irradiação conseguem ser previstos acima de um nível, o chamado de síndrome aguda da radiação. Logo, sabe-se que, a exposição à radiação até 250 mSv, nenhum efeito clínico é detectável; entre 250 e 1.000 mSv, há uma diminuição dos linfócitos e plaquetas; de 1.000 até 4.000 mSv, surgem náuseas e vômitos nas primeiras horas; entre 4.000 a 6.000 mSv, ocorre eritema e febre; por fim, para valores acima de 10.000mSv, ocorre morte.¹¹

Considerando a expectativa de vida do paciente, a alta recorrência de AVC e a ocorrência dele em pessoas cada vez mais jovens¹², nota-se a necessidade de atenção às doses de radiação a serem aplicadas no paciente durante a internação por AVC a fim de manter a proteção radiológica desse paciente.

OBJETIVOS

Objetivo Primário

Avaliar a quantidade de irradiação por raio X recebida por pacientes internados na Unidade de AVC do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu (UAVC-HCFMB) e analisar a segurança desses pacientes durante sua internação em relação à irradiação.

Objetivos Secundários

Verificar o perfil de pacientes internados por AVCi na UAVC-HCFMB;

Verificar a associação da irradiação recebida pelos pacientes com os tratamentos de reperfusão (trombólise/trombectomia), com a gravidade de AVC que os pacientes apresentam e com a etiologia de AVC de acordo com a classificação de TOAST.

MÉTODOS

Delineamento

Sendo de caráter observacional, transversal e prospectivo, este estudo foi realizado na Unidade de AVC do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de

Botucatu (UAVC-HCFMB).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Unesp de Botucatu no dia 14 de março de 2019 com o número de parecer 3.199.087.

Pacientes

Foram avaliados dados de 109 pacientes com diagnóstico de AVCi internados na UAVC-HCFMB no período de março a agosto de 2019.

Crítérios de inclusão – Pacientes diagnosticados com AVCi que estavam internados na UAVC-HCFMB no período do presente estudo.

Crítérios de exclusão - Pacientes com outros diagnósticos neurológicos e pacientes que não tinham informações suficientes no prontuário eletrônico.

Coleta de dados

Foram coletados dados relacionados às avaliações clínicas e neurológicas realizadas pela equipe médica, via prontuário eletrônico da UAVC-HCFMB. As informações coletadas foram anamnese, história prévia de doenças, trombólise, idade, sexo, tempo de internação, incapacidade prévia segundo a Escala de Rankin Modificada (mRs), gravidade de AVC avaliada pelo National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS), classificação de AVC com base na fisiopatologia subjacente e apresentação clínica (classificação clínica de Bamford), Trial of ORG 10172 in Acute Stroke Treatment (TOAST), classificação do subtipo de AVC isquêmico agudo e Índice de Dose por Tomografia Computadorizada (CTDI) dos exames de imagem realizados durante a internação. A partir dos valores CTDI, foi calculada estimativa de dose especificada pelo tamanho (SSDE). O SSDE é definido como uma estimativa de dose de radiação recebida pelo paciente que leva em considerações correções com base no tamanho do paciente, usando dimensões lineares medidas no paciente ou nas imagens da tomografia do mesmo. Neste estudo, os valores SSDE foram calculados usando 60% dos valores CTDI relatados no tomógrafo.

Cálculo da dose efetiva de radiação

Para o cálculo da dose efetiva de radiação que os pacientes receberam durante a internação por AVC, foi utilizada a fórmula $E = \sum Wt.HT$, na qual Wt corresponde ao fator de correção para o peso de cada tecido e HT corresponde ao valor de SSDE referente a 60% do valor de CTDI.⁹ No que diz respeito a Wt, vale ressaltar que foram utilizados os valores de 0,01 para pele e cérebro, 0,1 para ossos e 0,05 para tireoide.

National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS)

O NIHSS é uma escala utilizada para mensurar o prejuízo causado por AVC. Ele é composto por 11 itens para serem pontuados de 0 a 4; assim, quanto mais alta a pontuação, atingindo o máximo de 42 pontos.¹³

Classificação Clínica de Bamford

A classificação clínica de Bamford auxilia no tratamento e no prognóstico de pacientes acometidos por AVC isquêmico, bem como permite entender tal coisa. Tal classificação discrimina esses pacientes em quatro categorias conforme os sinais e sintomas que eles apresentam. As categorias são: acidente vascular cerebral lacunar (LACS), acidente vascular cerebral de circulação anterior parcial (PACS), síndrome da circulação posterior (POCS) e acidente vascular cerebral de circulação anterior total (TACS).¹⁴

Classificação etiológica de Toast

A classificação etiológica de Toast subdivide o AVC em cinco grupos: aterosclerose de grandes vasos, cardioembólico, oclusão de pequenas artérias (lacunas), outras etiologias e origens indeterminadas.¹⁵

Exames de Imagem

Foram avaliados os seguintes tipos de exames de imagem: tomografia computadorizada de crânio sem contraste, angiotomografia de pescoço e cerebral e tomografia computadorizada multislice (TCMD).

Tomografia computadorizada

A tomografia computadorizada (TC) simples e sem contraste permite uma visualização fácil e rápida de áreas ou estruturas macroscópicas, hemorragias ou lesões, sem a preocupação de alergias por uso de contrastes. Por ser um exame rápido e preciso, a TC é bastante utilizada como controle 24 ou 48 horas após o exame de admissão.

O tomógrafo utilizado para realizar a TC foi o Toshiba Action helicoidal, 16 canais, o qual faz uso de uma dose efetiva média de 5,472 mSv.

A aquisição da imagem é feita por cortes Helicais gerando de 200 a 1.200 imagens por exame.

Angiotomografia com uso de contraste iodado

A angiotomografia com uso de contraste iodado é um exame utilizado para a visualização de artérias, veias e vasos. Além de permitir a observação das estruturas da tomografia comum, ele possibilita a visualização de artérias, veias e vasos pela reação do contraste em contato com os raios-X.

O tomógrafo utilizado para realizar esse tipo de exame foi o GE Optima multislice, 64 canais, o qual faz uso de uma dose efetiva média de 9,23 mSv em exames de angiotomografia.

A aquisição de imagem é feita por cortes helicais e axiais, sendo a sequência de aquisição helical, axial, helical.

Tomografia computadorizada multislice

O uso da tomografia computadorizada multislice (TCMD), enquanto método de imagem mediante técnica de tomografia de perfusão cerebral, permitindo, através do uso do contraste feito durante o exame, a visualização de lesões e obstruções de forma dinâmica, uma vez que permite a formação de imagens do contraste de modo a preencher o cérebro aos poucos dando visibilidade a possíveis lesões e obstruções, isso se deve a sua acurácia e qualidade de aquisição de imagem.

O exame de TCMD consiste em observar não apenas os vasos, tal como faz a

angiogramia, mas também como se encontra a irrigação sanguínea do cérebro.

O tomógrafo utilizado para o exame em questão foi o GE Optima multislice, 64 canais. Para os exames de TCMD a dose efetiva média deste exame é de 41,252 mSv.

A imagem é adquirida por cortes helicais, axiais e cine, adquiridos de forma helical, cine, axial e helical.

Proteção radiológica

Pelo Art. 3º da lei 4.118, de agosto de 1962, estruturou-se e normatizou-se a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), autarquia federal vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). A CNEN foi criada em 1956 com o fim de estabelecer normas e regulamentos em radioproteção e ser responsável por regular, licenciar e fiscalizar a produção e o uso de energia nuclear no Brasil.¹⁶

As práticas de radiodiagnóstico médico e odontológico são regulamentadas pela Portaria do Ministério da Saúde⁹, que, na Resolução RDC nº 330, de dezembro de 2019, dispõe sobre estabelecer os requisitos sanitários para a organização e o funcionamento de serviços de radiologia diagnóstica ou intervencionista, bem como sobre regulamentar o controle das exposições médicas, ocupacionais e do público, decorrente do uso de tecnologias radiológicas diagnósticas ou intervencionistas.¹⁷ Porém, essa portaria não regula sobre limites às doses para o público não ocupacionalmente exposto à radiação

As exposições médicas de pacientes à radiação devem ser otimizadas ao valor mínimo necessário à obtenção do objetivo radiológico, bem como ser compatíveis com os padrões aceitáveis de qualidade de imagem. Assim, convém seguir a Norma CENEN NN 3.01, que limita a 100 mSv as doses efetivas a serem utilizadas em exames médicos, porém faz a ressalva de que, no caso de ações para salvar vidas, devem ser observados os limiares referentes ao que a norma chama de efeitos determinísticos.⁹

Protocolo de atendimento na UAVC-HCFMB

O protocolo de exames de imagem dos pacientes em fase aguda de AVC atendidos na UAVC-HCFMB é constituído basicamente por uma tomografia, angiogramia ou TCMD de entrada e um exame de controle em, no máximo, 48 horas.

Se o paciente está fora de fase aguda quando chega à unidade médica, é realizado apenas um exame de imagem para confirmação do diagnóstico. Durante a internação na UAVC-HCFMB, o paciente é acompanhado pela equipe assistente e, caso haja piora dos sintomas ou aparecimento de um novo sintoma, outro exame de imagem é solicitado.

Análise estatística

As variáveis foram expressas em média \pm desvio-padrão ou mediana percentis 25 e 75 respectivamente.

Para verificar a dose efetiva de radiação recebida pelos pacientes trombolisados e não trombolisados internados na UAVC-HCFMB, foi realizado o teste de Mann-Whitney.

Para verificar a dose efetiva de radiação recebida de acordo com a classificação de Toast e de acordo com a classificação de Bamford, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis. Além disso, o coeficiente de correlação de Spearman foi aplicado para verificar a correlação entre a dose efetiva de radiação recebida por pacientes hospitalizados por AVCi e a gravidade da doença avaliada pela escala NIHSS. O nível de significância adotado em todos os testes foi de 5%.

Para realizar as análises estatísticas, foi usado o *software* Sigma Plot 12.0 (Dundas Software LLC, Alemanha) foi usado para realizar a análise.

RESULTADOS

Foram admitidos na UAVC-HCFMB, 149 durante o período de coleta de dados.

Foram incluídos na presente pesquisa 109 pacientes, conforme mostra a Figura 1. O tempo médio de internação hospitalar foi de 7 dias. 13,8% foram trombolisados, e a média da irradiação recebida foi de 10,9 mSv. As características gerais dos pacientes incluídos no estudo são mostrados na Tabela 1.

Todos os pacientes foram submetidos pelo menos a um exame de imagem, de acordo com as avaliações feitas em cada caso específico. A distribuição dos testes realizados na unidade de curso são mostrados na Figura 2.

Em conformidade com a classificação clínica de Bamford, verificou-se que 38,5% (45) dos pacientes tinham LACS. Na classificação etiológica de Toast, 54,1% (59) dos pacientes apresentaram AVCi de etiologia indeterminada. Seguindo a etiologia de AVCi pela classificação clínica de Bamford, nenhuma diferença foi encontrada na dose de radiação efetiva. Esses resultados são mostrados na Tabela 2.

Pacientes que passaram por TCMD, isoladamente ou associada à TC ou à angiotomografia, receberam doses efetivas significativamente mais altas (46,5 mSv) em comparação com aqueles que não passaram por esse exame (10,8 mSv) ($p < 0,001$). Esse resultado é exibido na Tabela 6.

Conforme a Tabela 3, nenhuma diferença foi encontrada na dose de radiação efetiva recebida por pacientes trombolisados e não trombolisados admitidos com AVCi $p=0,99$.

Em consonância com a escala NIHSS, verificou-se que não há correlação entre a dose de radiação efetiva recebida pelos pacientes internados com AVCi e a gravidade da lesão. Esse resultado é exibido na Tabela 4.

DISCUSSÃO

Os principais objetivos deste estudo foram: (i) verificar a quantidade de irradiação por raios-X recebida em pacientes acometidos por AVCi durante sua hospitalização; (ii) analisar a segurança do protocolo de tomografia de acordo com as diretrizes nacionais atuais; (iii) identificar possíveis diferenças na quantidade de irradiação recebida em pacientes trombolisados; e (iv) verificar a relação entre a quantidade de irradiação recebida pelo paciente nos exames de tomografia e a gravidade de AVC. Conforme os resultados, observou-se que o protocolo de realização de exames de imagem seguido na UAVC-HCFMB é seguro no que concerne à quantidade de irradiação recebida pelos pacientes durante a internação. Observou-se, também, que não há diferença estatística entre as doses efetivas em relação ao tratamento, gravidade, etiologia e sinais clínicos de AVCi.

O uso de exames de imagem avançados, tais como a TC, a angiotomografia e a TCMS, permite que a equipe assistente faça um diagnóstico mais preciso em um tempo

menor, bem como pode auxiliar na orientação a respeito de qual tratamento de reperfusão cerebral será mais eficaz ao paciente. Desse modo, o uso de exames de imagem para diagnosticar adequadamente o paciente vítima de AVC é mandatório. Nos últimos anos, com o desenvolvimento da tecnologia, os exames de imagem estão cada vez mais seguros com relação à quantidade de radiação necessária para a obtenção de imagens de boa qualidade.¹⁸ Estudos que verificaram a radiação emitida pelos aparelhos que realizaram a TC craniana em outras situações clínicas evidenciaram que, independentemente do protocolo adotado no serviço de saúde, há segurança ao paciente.¹⁹ No presente estudo, o protocolo de atendimento adotado na UAVC-HCFMB mostrou segurança com relação à irradiação, independentemente do tipo de tratamento dispensado ao paciente.

Os resultados deste estudo mostraram que a irradiação recebida pelos pacientes durante a internação por AVCi não diferiu em relação à etiologia avaliada pela classificação de Toast. Um estudo realizado com pacientes em fase aguda de AVC mostrou que as características do trombo no AVC cardioembólico são distintas do não cardioembólico, o que sugere que a TC se configura como uma ferramenta utilizada para diagnosticar as causas de AVC na prática clínica.²⁰ No entanto, mais estudos que comparem a quantidade de radiação recebida de acordo com a causa da doença precisam ser realizados.

Após um evento isquêmico, pode haver uma condição transitória e potencialmente reversível chamada de penumbra isquêmica, ou seja, uma área do cérebro sofre com a redução do fluxo sanguíneo antes de causar lesão e pode ser revertido com um tratamento rápido e adequado. A terapia de revascularização, nestes casos, removerá o coágulo, promovendo a recanalização do vaso cerebral, bem como permitirá a restauração do fluxo sanguíneo, o que resulta na recuperação do tecido cerebral. Caso a reperfusão cerebral não ocorra em tempo hábil, a lesão da região afetada sofrerá progressão; conseqüentemente, haverá déficit neurológico permanente.

21

Para evitar essa complicação, a rapidez no atendimento é imprescindível, e os exames de imagem são cruciais na escolha do tratamento de reperfusão a ser realizado. Os tratamentos de reperfusão mais utilizados na prática clínica são a trombólise endovenosa e a trombectomia mecânica.²¹ Na amostra analisada neste estudo, a

trombectomia não foi realizada em nenhum paciente, ao passo que 15 pacientes foram submetidos ao tratamento de trombólise endovenosa. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na quantidade de radiação recebida pelos pacientes trombolisados e não trombolisados. Os pacientes que receberam trombolítico realizaram os mesmos exames de imagem que os demais; por conta disso, a dose efetiva de radiação foi semelhante.

O protocolo de assistência adotado na UAVC-HCFMB em questão contempla os exames de imagem na admissão hospitalar e um exame de imagem para controle no período de 48 horas após a internação; por esse motivo, independentemente da gravidade do evento, a quantidade de exames de imagem realizados durante a hospitalização é bastante semelhante entre os pacientes, exceto quando há necessidade de realização de exames complementares por motivos já citados anteriormente. Desse modo, não foi observada correlação entre a gravidade de AVC e a dose efetiva de radiação recebida durante o atendimento de pacientes com AVC.

O atendimento ao paciente após AVC é interdisciplinar, complexo e de urgência.

Os exames de imagem são ferramentas cruciais para o diagnóstico e o tratamento mais adequados a cada caso. Embora os indivíduos acometidos por AVC passem por uma bateria de exames que envolvam emissão de radiação, o protocolo para exames de imagem adotado em nossa rotina mostrou-se seguro no que diz respeito à dose efetiva de irradiação recebida pelos pacientes quanto às exigências das diretrizes vigentes no Brasil, independentemente da etiologia, dos sinais clínicos, da realização de trombólise e da gravidade de AVC.

CONCLUSÃO

O protocolo de atendimento a pacientes acometidos com AVCi é seguro com relação à quantidade de irradiação por raios-X recebida pelo paciente durante a hospitalização. Esse resultado está de acordo com as diretrizes nacionais atuais. Não houve diferença estatisticamente significativa na dose efetiva recebida pelos pacientes em relação ao tratamento trombolítico e à gravidade de AVC.

¹Referências

1. World Health Organization. World Health Statistic 2014. Geneva WHO; 2014 (WA 900.1)
2. World Health Organization. The World Health Report 2000. Health Systems: Improving Performance. Geneva: World Health Organization, 2000.
3. World Health Organization. World Health Organization. Global Burden of Diseased Deaths, Years of Life Lost and Years Lost Due to Disability. <http://appswho.int/ghodata/?vid1472063>.
4. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Especializada. Manual de rotinas para atenção ao AVC / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Especializada. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2013.
5. BUSHBER JT, SEIBERT JA, LEIDHOLDT EM, BONE JM: The Essencial Physics of Medical Image 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Willians & Wilkins, 2002.
6. OKUNO E, YOSHIMURA E. Física das Radiações: Efeitos Biológicos das radiações nos seres vivos. São Paulo: Oficina de Textos; 2010. P. 203
7. OKUNO E, YOSHIMURA E. Física das Radiações: Proteção radiológica. São Paulo: Oficina de Textos; 2010. P. 263.
8. OKUNO E. Radiação: Efeitos, Riscos e Benefícios: Proteção Radiológica. São Paulo: HARBRA, 2007. P 27.

¹ Referências segundo Vancouver

9. CNEN 3.01 Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica – Resolução 164/14, março de 2014, Publicação: DOU 06.01.2005
10. OKUNO E, YOSHIMURA E. Física das Radiações: Raios-X. São Paulo: Oficina de Textos; 2010. P. 33.
11. International commission on radiological protection. “ Recommendations of the international commission on radiological protection” ICRP Publication Nº 60, Pergamon Press, 1991.
12. FREIRE AT. A incidência de AVC em adultos jovens está aumentando no Brasil? Registro de banco de dados de AVC de Joinville de 2005 a 2015. Joinville. Dissertação [Mestrado em Saúde e Meio Ambiente] - Universidade da Região de Joinville, UNIVILLE; 2017.
13. KWAH L K, DIONG J, National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS), Published by Elsevier B.V. on behalf of Australian Physiotherapy Association. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphys.2013.12.012>.
14. Bamford J, Sandercock, Dennis M, Burn J, Warlow C. Classification and natural history of clinically identifiable subtypes of cerebral infarction. Lancet 1991 Jun 22;337(8756):1521-6.
15. Fure B, Wyller TB, Thommessen B. TOAST criteria applied in acute ischemic stroke. Acta Neurol Scand 2005; 112: 254–258. Blackwell Munksgaard 2005.
16. Brasil. Congresso Nacional Lei: 4.188, de 27 de agosto de 1962. Dispõe sobre a política nacional de energia nuclear, cria a Comissão Nacional de Energia Nuclear, e dá outras providências.
17. Brasil. Ministério da Saúde. Vigilância Sanitária: Resolução nº330 de 20 de dezembro de 2019 - Estabelece os requisitos sanitários para a organização e o

funcionamento de serviços de radiologia diagnóstica ou intervencionista DOU
26/12/2019

18. SHIN N, KIN SM, CHOE YN: Protocol using wide-detector CT with single contrast injection for the aorta and coronary artery: variable helical pitch versus volume scan following helical scan. *The International Journal of Cardiovascular Imaging* October 2019, Volume 35, Issue 10, pp 1935–1942.
19. RIEDERER I, ZIMMER C, PFEIFFER D: Radiation dose reduction in perfusion CT imaging of the brain using a 256-slice CT: 80 mAs versus 160 mAs. *Clinical Imaging* April 05, 2018.
20. GUBERINA N, FORSTING M, RINGELSTEIN A: EFFICACY OF LENS PROTECTION SYSTEMS: DEPENDENCY ON DIFFERENT CRANIAL CT SCANS IN THE ACUTE STROKE SETTING. *Radiation Protection Dosimetry*, Volume 175, Issue 2, June 2017, Pages 279–283 .
21. CARLOS T, TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA: FORMAÇÃO DA IMAGEM E RADIOPROTEÇÃO, LNMRI, IRD/CNEN

22. SOUZA D, FRANCISCO M, PIMENTEL R: Size-Specific Dose Estimates (SSDE) determined using a geometric parameter extracted from the DICOM header, Revista Brasileira de Fisica Medica (Online); ISSN 1984-9001; Worldcat; v. 12(2); p. 18-22
23. CNEN 3.01 Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica – Posições Regulatórias 002: 2011, FATORES DE PONDERAÇÃO PARA AS GRANDEZAS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA, DOU 10/05/2011.
24. Thomalla G, Gerloff C. Acute imaging for evidence-based Treatment of ischemic stroke. Curr Opin Neurol 2019; 32(4): 521-529. DOI: 10.1097/WCO.0000000000000716.
25. Santos Junior JA, JansonNey II MSC, Souza GV. Dose efetiva de radiação nos exames de tomografia computadorizada: um estudo retrospectivo e descritivo. Diagn Tratamento 2020;25(2):1-X.
26. Boodt N, Compagne KCJ, Dutra BG, Samuels N, Tolhuisen ML, Alves HCBR et al. Computed tomography characteristics in patients with acute ischemic stroke: A MR CLEAN Registry substudy. Stroke 2020; 51(6): 1727-1735. DOI: 10.1161/STROKEAHA.119.027749.
27. Olivot JM. Which imaging before reperfusion strategy? Ver Neurol (Paris) 2017; 173(9):584-589. DOI: 10.1016/j.neurol.2017.09.002.

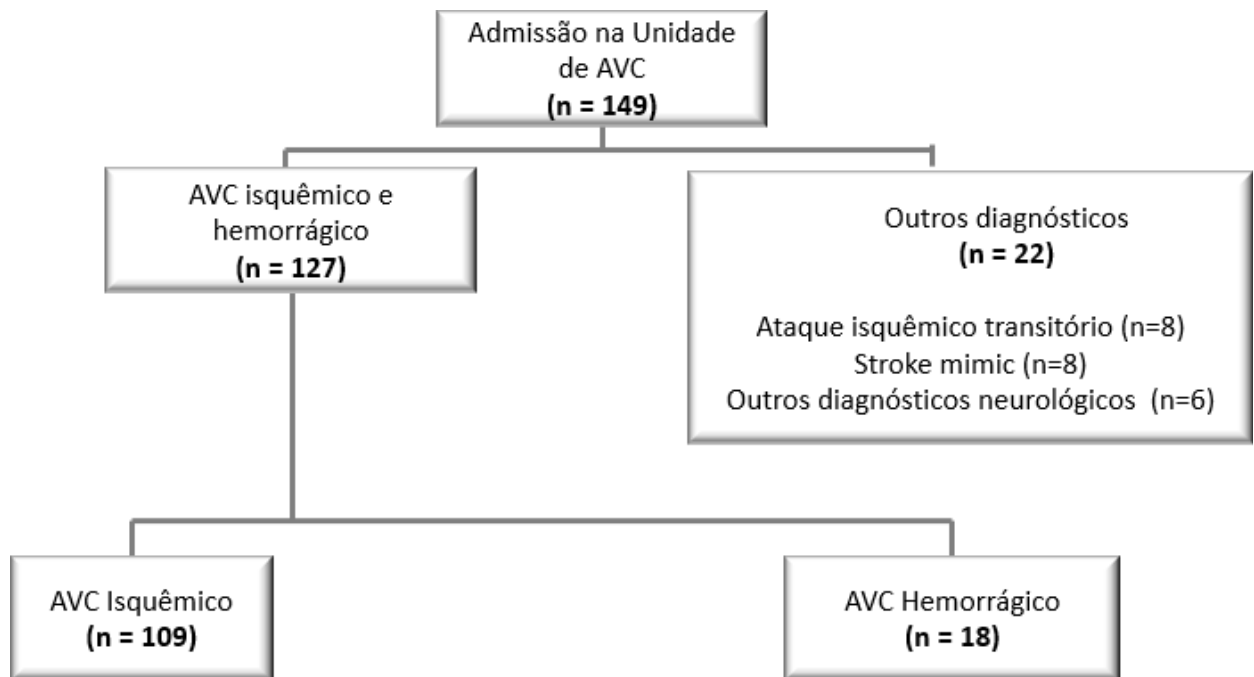


Figura 1. Fluxograma de inclusão dos pacientes entre Março-Agosto 2019

Tabela 1 Características gerais dos pacientes admitidos com AVC isquêmico na unidade de AVC (n=109)

Variáveis	
Sexo Masculino, N (%)	64 (58,7)
Idade (Anos)	68,4±14,2
AVC prévio/ AIT, N (%)	20 (18,3)
Prévio IAM, N (%)	7 (6,4)
Hipertensão, N (%)	77 (70,6)
Diabetes Mellitus, N (%)	28 (25,7)
Dislipidemia, N (%)	14 (12,8)
Tabagismo, N (%)	32 (29,4)
Etilismo, N (%)	16 (14,7)
Arritmia, N (%)	11 (10,1)
Tempo de internação (dias)	7 (4,5 – 9)
Trombólise, N (%)	15 (13,8)
Morte, N (%)	6 (5,5)
Dose efetiva (mSv)	10,9 (7,2 – 22,1)
NIHSS na admissão	5 (2 – 9,5)
NIHSS na alta	2 (1 – 6,5)
mRs Prévio	0 (0 – 1)
mRs de alta	2 (1 – 4)

AIT: ataque isquêmico transitório; **IAM:** Infarto agudo do miocárdio; **mSv:** Millisievert; **NIHSS:** National Institutes of Health Stroke Scale; **mRs:** Modified Rankin Scale.

Tabela 2 Dose efetiva de radiação nos pacientes admitidos com AVC isquêmico de cordo com as classificações clínicas de Bamford e TOAST (n=109)

	Dose efetiva (mSv)	Dose efetiva (mSv)	p
Classificação de Bamford	(a)	(b)	
LACS (n=42)	10,8 (5,5-17,2)	13,2 (8,1-32,7)	0,08
PACS (n=20)	14,1 (7,8-21,2)	10,9 (5,9-23,1)	0,65
POCS (n=28)	12,5 (5,7-42,5)	10,9 (7,9-19,4)	0,65
TACS (n=19)	12,7 (10,4-45,6)	10,9 (5,5-21,0)	0,22
Classificação de TOAST	(c)	(d)	
Cardioembolico (n=20)	10,8 (5,5-22,3)	11,6 (8,1-22,1)	0,35
Aterosclerose de grandes artérias (n=16)	13,0 (9,5-27,9)	10,9 (5,9-22,1)	0,37
AVC de etiologia indeterminada (n=59)	10,9 (6,4-21,9)	11,4 (8,0-25,1)	0,58
AVC de outra etiologia determinada (n=3)	10,9 (9,3-58,9)	10,9 (6,7-22,0)	0,58
Oclusão de pequenos vasos (n=11)	14,9 (10,9-41,2)	10,9 (6,7-22,0)	0,43

mSv: Millisievert; **LACS:** Lacunar stroke; **PACS:** Partial anterior circulation stroke; **POCS:** Posterior circulation syndrome; **TACS:** Total anterior circulation stroke; **Classificação de TOAST:** Trial of ORG 10172 in Acute Stroke Treatment (TOAST) Classificação. **(a):** mediana e percentis da dose efetiva de radiação recebida segundo a classificação de Bamford em evidência; **(b):** mediana e percentis da dose efetiva de radiação recebida de acordo com a classificação de Bamford dos tipos fora de evidência; **(c):** mediana e percentis da dose efetiva de radiação recebida de acordo com a classificação Toast em evidência; **(d):** mediana e percentis da dose efetiva de radiação recebida de acordo com a classificação Toast dos tipos fora de evidência.

Tabela 3 Dose efetiva de radiação recebida por pacientes trombolisados e não trombolisados admitidos por AVC isquêmico (n=109)

	Trombolisados (n=15)	Não trombolisados (n=94)	p
Dose efetiva (mSv)	10,9 (6,8 – 23,4)	11,3 (7,3 – 22,0)	0,99

mSv: Millisievert. Foi aplicado o teste de Mann-Whitney. Resultados expressos como mediana e percentis 25 e 75.

Tabela 4 Relação entre a dose efetiva de radiação recebida pelos pacientes hospitalizados por AVCi e gravidade da doença avaliada pela escala de NIHSS (n=109)

	r	p
Dose efetiva (mSv)	0,045	0,641

NIHSS: National Institute of Health Stroke Scale; **mSv:** Millisievert. Foi aplicado o coeficiente de correlação de Spearman's Rank.

Tabela 5 Comparação de dose efetiva, mediana dicotomizada: fez, não fez TCMD

TCMD	Dose efetiva (mediana)	IIQ
Não	10,792	9,7608
Sim	46,5584	7,4358

Dose efetiva em mSv – foi utilizado o teste de Mann-Whitney para dados não paramétricos.

Tabela 6 Comparação de dose efetiva mediana de acordo com exames realizados – Teste de Kruskal-Wallis para dados não paramétricos seguido de Dunn.

Total (n)	109
Teste estatístico	72,373
Grau de liberdade	6
Sinal assintótico (2- teste lateral)	0,0001

Figura 2 Dose efetiva de radiação recebida pelos pacientes após internação por acidente vascular cerebral em relação à gravidade da doença avaliada pelo NIHSS

