



**RISCO DE CÂNCER ASSOCIADO ÀS TOMOGRAFIAS COMPUTADORIZADAS E
RADIOGRAFIAS REALIZADAS EM PACIENTES INTERNADOS NA UTI**

**RISK OF CANCER ASSOCIATED WITH COMPUTED TOMOGRAPHY AND
RADIOGRAPHY PERFORMED IN THE ICU PATIENTS**

📍 **Cássio Vilela Komatsu**

Físico, médico e especialista em radiodiagnóstico.

📍 **Marcelo Augusto Nascimento**

Administrador hospitalar, professor e orientador de TCC da Faculdade Unimed.



RESUMO

A proposta deste estudo foi quantificar os exames de RX e TC realizados durante a internação na UTI, e estimar a dose de radiação acumulada e o risco de indução de câncer associados a esses exames. O estudo incluiu 283 de 456 pacientes que foram internados em um período de um ano. Os dados demográficos dos pacientes foram coletados do HIS, enquanto as informações radiológicas foram obtidas do RIS e do PACS. Para os RX, foram utilizados valores de E publicados na literatura. Para as TC, os valores de E foram estimados pelo produto entre o DLP disponibilizado no DICOM RDSR e os fatores de conversão publicados no relatório 96 do grupo de tarefas 23 da AAPM. O risco de incidência de câncer ao longo da vida dos pacientes foi estimado a partir de E, com base nos valores de risco tabelados no relatório BEIR VII. Com uma média de idade de 52 anos (13-90 anos) e tempo médio de internação de 25 dias (1-129 dias), os pacientes foram submetidos a uma média de 5 (0-45) RX e 2 (0-11) TC. Apenas 3 % dos pacientes não foram submetidos a qualquer um desses procedimentos. Os RX e a TC contribuíram, respectivamente, com 69 % e 31 % dos procedimentos, e com 4 % e 96 % da dose efetiva acumulada. A média e a mediana das doses acumuladas foram 18 mSv e 13 mSv, respectivamente, com máxima de 133 mSv. O risco de incidência de câncer foi estimado em uma média de 0,10 % e mediana de 0,06 %, sendo o maior risco de 1,11 %. Os resultados deste estudo servem de base para que os médicos possam julgar a relação risco-benefício, na aplicação do princípio da justificação dos procedimentos radiológicos.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada; Radiografia; Radiação Ionizante; Risco do Paciente; Câncer; Unidade de Terapia Intensiva; UTI.

ABSTRACT

The purpose of this study was to quantify the X-ray and CT exams performed during ICU stay and to estimate their cumulative radiation dose and lifetime attributable risk of developing cancer. The study included 283 of 456 patients who were admitted in the ICU over a period of one year. Demographic data of patients were collected from HIS. The radiological information was obtained from RIS and PACS. For X-rays, E values published in the literature were used. For TC, the E values were estimated by multiplying the DLP made available in the DICOM RDSR by the conversion factors published in the report 96 of AAPM task group 23. The



lifetime cancer risk was estimated from E, based on the risk values set out in the BEIR VII report. An average of 5 (0-45) X-rays and 2 (0-11) CT were performed on patients with a mean age of 52 years (13-90 years) and mean ICU stay of 25 days (1-129 days). Only 3% of patients did not undergo any of these procedures. The X-rays and CT frequency was 69% and 31 % respectively. The cumulative effective dose contribution was 4% from X-ray and 96 % from CT. The mean and median of cumulative doses were 18 mSv and 13 mSv, respectively, with a maximum of 133 mSv. The lifetime cancer risk was estimated as a mean of 0.10% and a median of 0.06%, with the highest risk being 1.11%. The results of this study may be used by physicians to judge the risk-benefit ratio, applying the principle of justification for radiological procedures.

Keywords: Computed Tomography; Radiography; Ionizing Radiation; Patient Risk; Cancer; Intensive Care Unit; ICU.



1 INTRODUÇÃO

Pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) tendem a necessitar de várias investigações por diagnóstico radiológico, fazendo com que recebam maiores doses acumuladas de radiação ionizante, quando comparados a outros pacientes hospitalizados (MOLONEY et al., 2016). Estudos mostram que a radiografia convencional (RX) tem uma maior representatividade no número de procedimentos médicos que utilizam radiação ionizante, podendo alcançar 85 % dos procedimentos, entretanto, é a tomografia computadorizada (TC) que apresenta a maior contribuição na dose acumulada, chegando a representar 93 % da dose total (MCEVOY et al., 2019). Ademais, tem sido reportado um aumento constante na quantidade de exames de TC, principalmente pelo fato desta ser uma tecnologia em evolução contínua e cada vez mais acessível, sendo amplamente aplicável para a obtenção de um diagnóstico rápido e preciso (BRENNER et al., 2001; DONNELLY et al., 2001; NICKOLOFF; ALDERSON, 2001; POWER et al., 2016). Esse número de exames crescente traz uma preocupação em relação à dose de radiação e seu respectivo potencial de efeitos biológicos nos pacientes que são submetidos a esses procedimentos (POWER et al., 2016). A relação entre a indução de câncer e as doses de radiação provenientes dos exames de radiodiagnóstico ainda não está clara, mas, para fins de proteção radiológica, é amplamente aceito que a probabilidade de ocorrência de carcinogênese aumenta linearmente com a dose de radiação, sem um limiar (HALL, 2009; KRITSANEPAIBOON; JUTIYON; KRISANACHINDA, 2018; LITTLE et al., 2009; MOLONEY et al., 2016; WOLBARST et al., 2010).

A dose de radiação em exames de RX pode ser descrita pela Dose na Superfície de Entrada, a qual pode ser medida diretamente durante a realização de cada exame (TOOSSI; MALEKZADEH, 2012). Para uma grande quantidade de exames de RX, a dose pode ser estimada retrospectivamente, de forma mais prática, a partir do rendimento do tubo de raios X, desde que sejam conhecidos os parâmetros técnicos (kV, mAs e distância foco-paciente) que foram utilizados na exposição (KOMATSU et al., 2017). Em estudos de TC, a dose pode ser descrita pelo Produto Dose-Comprimento (DLP), grandeza que representa a dose absorvida ao longo de toda a extensão da varredura tomográfica, podendo ser obtida do produto do Índice de dose em Tomografia Computadorizada (CTDI) pelo comprimento da varredura (AAPM, 2008). O padrão de Comunicação de Imagens Digitais em Medicina (DICOM) definiu o Relatório Estruturado de Dose de Radiação (RDSR) para lidar com o registro e armazenamento de



informações de dose de radiação de modalidades de imagem. O DICOM RDSR está disponível nos tomógrafos e informa, entre outros, o valor do DLP para um estudo de TC, estimado a partir dos parâmetros técnicos utilizados na varredura, com base em dados dosimétricos adquiridos em fantasmas radiográficos (SECHOPOULOS; TRIANNI; PECK, 2015).

Os potenciais efeitos biológicos induzidos pela radiação não dependem apenas da dose absorvida, mas também da qualidade da radiação e da sensibilidade do órgão ou tecido irradiado. Portanto, a grandeza dosimétrica que melhor descreve o risco da radiação é a Dose Efetiva (E), que é produto da Dose Equivalente (H) pelo fator de ponderação da sensibilidade do tecido irradiado. A Dose Equivalente é definida como sendo o produto da Dose Absorvida (D) pelo fator de ponderação da qualidade da radiação. Para fótons, como os raios X, o fator de ponderação da qualidade da radiação é 1, significando que H é numericamente igual a D (KRITSANEEPAIBOON; JUTIYON; KRISANACHINDA, 2018). Assim, para uma varredura tomográfica, o valor de E pode ser razoavelmente estimado multiplicando o DLP por um fator de conversão que depende da idade do paciente e da região do corpo irradiada (AAPM, 2008). Conseqüentemente, o risco de ocorrência do câncer radioinduzido, atribuível ao longo da vida do indivíduo irradiado, pode ser estimado a partir de E, por meio do modelo de riscos da radiação proposto no BEIR VII (COUNCIL, 2006; EINSTEIN; HENZLOVA; RAJAGOPALAN, 2007; GRIFFEY; SODICKSON, 2009; KIM; EINSTEIN; GONZALEZ, 2009).

A proposta deste estudo é realizar um levantamento da quantidade de exames de RX e TC que é realizada nos pacientes internados na UTI do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (HCUFTM), e estimar a dose de radiação e o risco de indução de câncer associados a esses exames, a fim de proporcionar informações que possam auxiliar os médicos na solicitação dos exames radiológicos de forma consciente, utilizando o princípio da justificação, que é um dos princípios gerais da proteção radiológica, em que deve-se analisar os riscos versus os benefícios dos exames radiológicos.

2 MÉTODOS

Este estudo foi realizado no HCUFTM, que possui 10 leitos ativos na UTI adulta, onde 456 pacientes foram internados dentro do período de um ano (01/07/2019 a 30/06/2020). Dos 456 pacientes, 173 foram a óbito durante a internação e, por isso, foram excluídos deste estudo. Os dados dos pacientes foram coletados do sistema de informações hospitalares (HIS).



Durante o período de coleta de dados deste estudo, os exames de TC foram realizados usando dois modelos de tomógrafos (Toshiba Aquilion 64 ou Siemens Somaton Scope 16). As radiografias foram adquiridas em 6 possíveis e distintas unidades móveis de raios X, cujo registro das imagens é feito por meio de um sistema de radiografia computadorizada (Agfa CR 85-X). Para garantir o bom funcionamento dos equipamentos de tomografia e de raios X, uma instituição externa, registrada na Secretaria de Vigilância Sanitária do Estado de Minas Gerais, realiza testes de desempenho regularmente, conforme preconizado na legislação vigente.

Os números de RX e TC realizados durante o período de internação na UTI foram obtidos por meio de uma pesquisa retrospectiva no Sistema de Informações Radiológicas (RIS) e no Sistema de Comunicação e Arquivamento de Imagens (PACS) do HCUFTM.

Os valores de E, referentes às TC, foram estimados a partir do DLP disponibilizado no DICOM RDSR que é emitido pelo próprio tomógrafo. Para isso, utilizou-se um fator de conversão k dependente da idade do paciente e da região anatômica examinada (AAPM, 2008):

Na falta de informações dosimétricas específicas dos exames de RX que foram incluídos neste estudo, a dose efetiva foi estimada a partir de valores publicados na literatura científica (LINET et al., 2012; METTLER et al., 2008; REGULLA; EDER, 2005). Para isso, foram utilizados os seguintes valores de dose efetiva em mSv: 0,02 para tórax, 0,6 para abdome ou bacia, 1,0 para colunas e 0,01 para extremidades.

O risco de incidência de todos os tipos de câncer, em número de casos para cada 1000000 pessoas expostas a uma dose efetiva E, foi estimado com base nos dados, dependentes da idade e gênero, que são apresentados na tabela 12D-1 do BEIR VII (COUNCIL, 2006). Para idades intermediárias às que são apresentadas na referida tabela, foram feitas interpolações, por meio de um ajuste polinomial de ordem 3 no gráfico do risco em função da idade. Para pacientes com idade acima de 80 anos, utilizou-se os mesmos valores tabelados para 80 anos.

3 RESULTADOS

Este estudo incluiu 283 pacientes, com idade média de 52 anos (13-90 anos), tempo médio de internação de 25 dias (1-129 dias), sendo 60 % (169/283) do sexo masculino. Durante o período de internação na UTI, 93 % (264/283) dos pacientes foram submetidos a pelo menos um exame de RX, 76 % (215/283) foram submetidos a pelo menos um exame de TC e 97 % (275/283) foram submetidos a pelo menos um destes exames, RX ou TC. Os pacientes foram submetidos a uma média de 5 (0-45) RX, sendo 71 % (1073/1520) do tórax, e uma média de 2 (0-11) TC, sendo 60 % (406/673) do crânio, conforme ilustrado na Figura I. Os exames de RX



tiveram uma maior contribuição no número dos procedimentos (69 % RX versus 31 % TC), enquanto os exames de tomografia contribuíram com a maior parte da dose acumulada (96 % TC versus 4 % RX), conforme ilustrado na Figura II. As doses totais acumuladas variaram de 0 (zero) a 133 mSv, com uma média de 18 mSv e mediana de 13 mSv. As doses dos exames de RX e TC representaram um risco adicional de incidência de câncer estimado em uma média de 982 casos em 1000000 (0,10 %), e mediana de 617 casos em 1000000 (0,06 %). O maior adicional de risco de câncer entre os pacientes deste estudo foi estimado em 11081/1000000 (1,11 %). As distribuições das doses totais e dos riscos estimados são mostradas nas Figuras III e IV.

Figura I - Frequência dos exames de (a) RX e (b) TC.

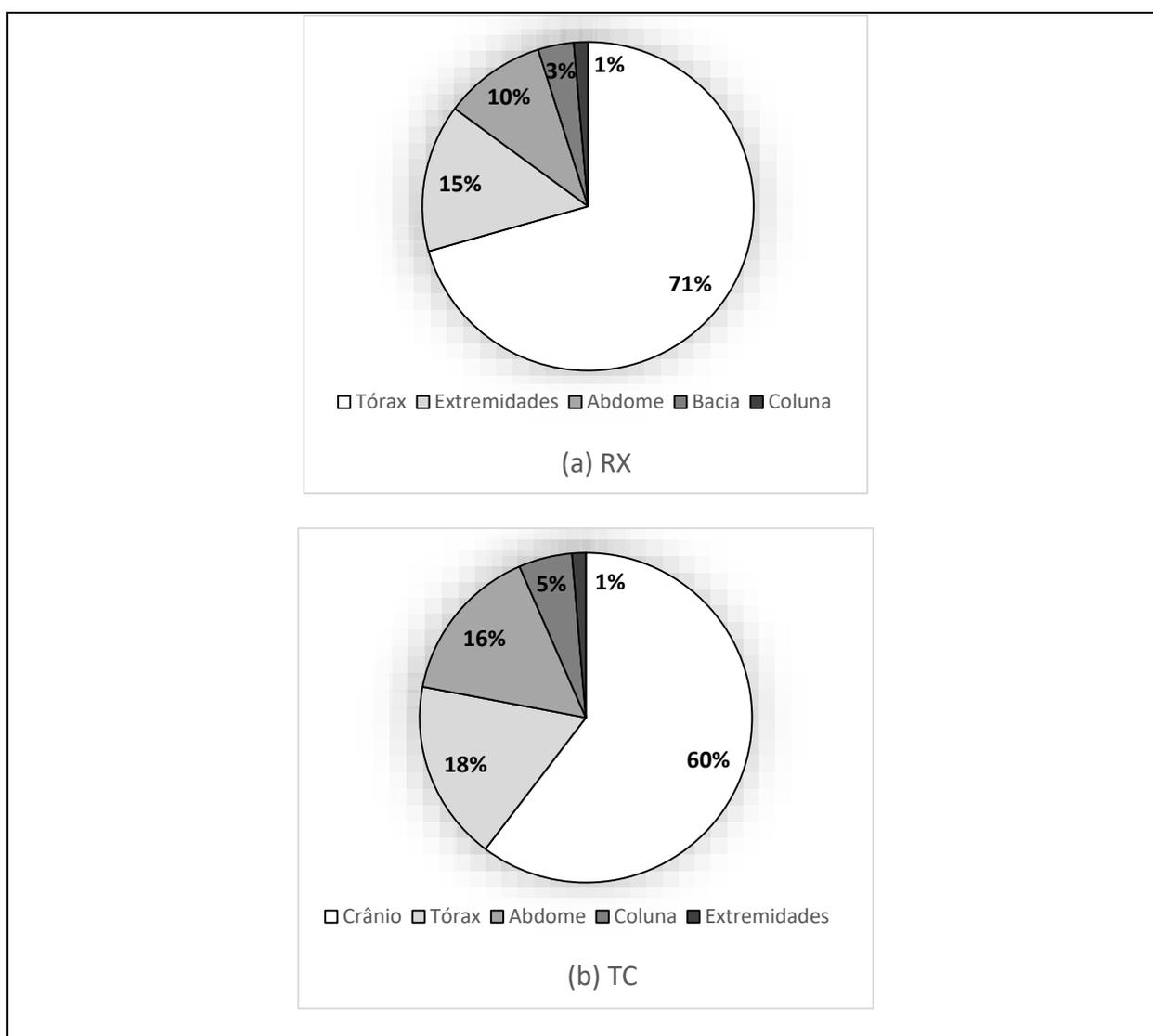




Figura II - Contribuição de RX e TC para (a) frequência de procedimentos e (b) dose acumulada.

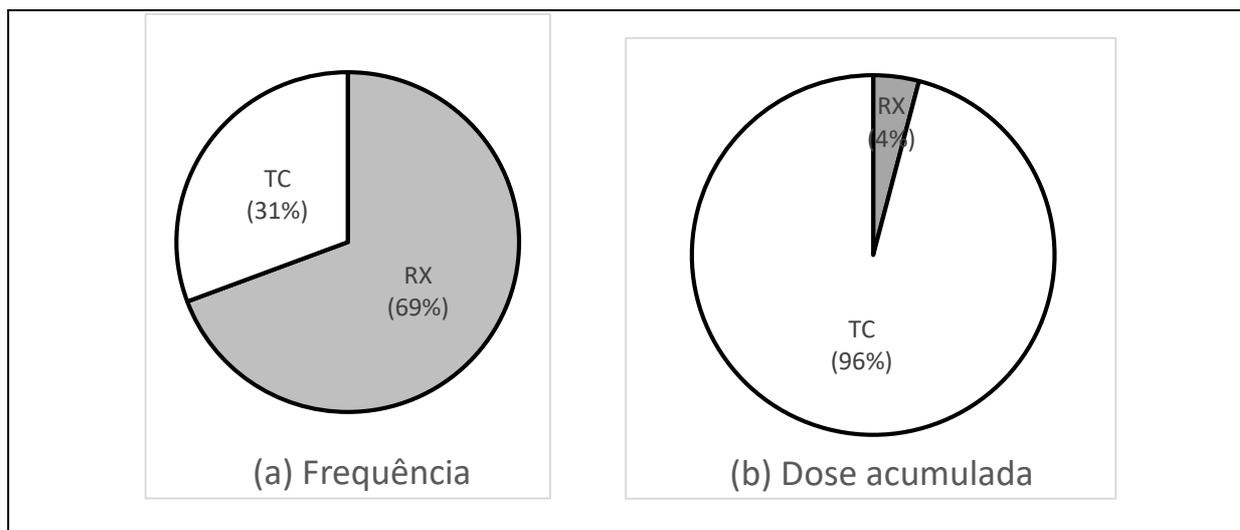


Figura III - Distribuição das doses totais acumuladas por paciente.

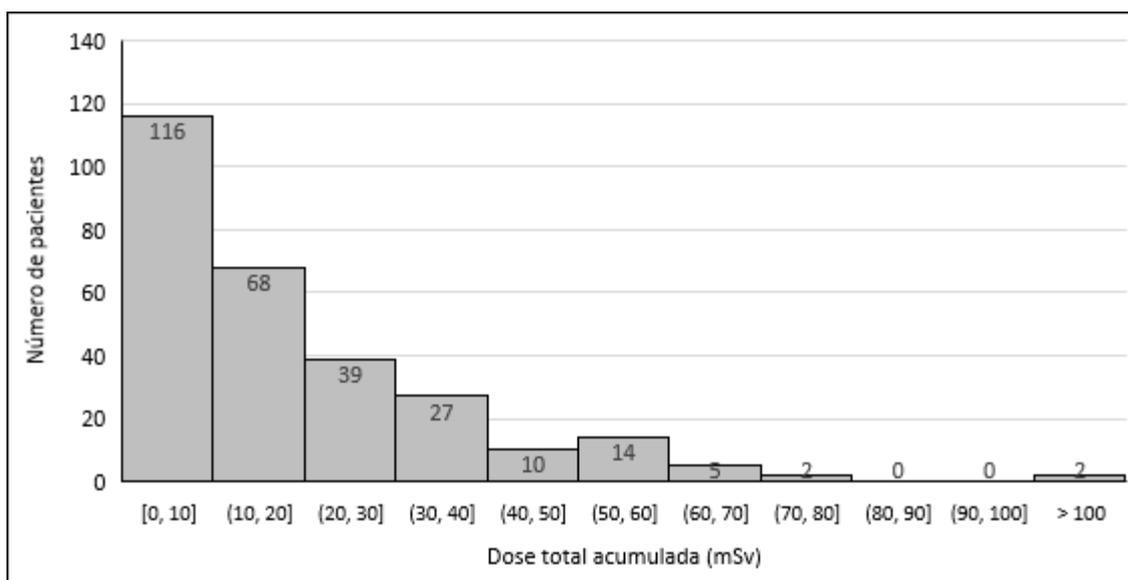
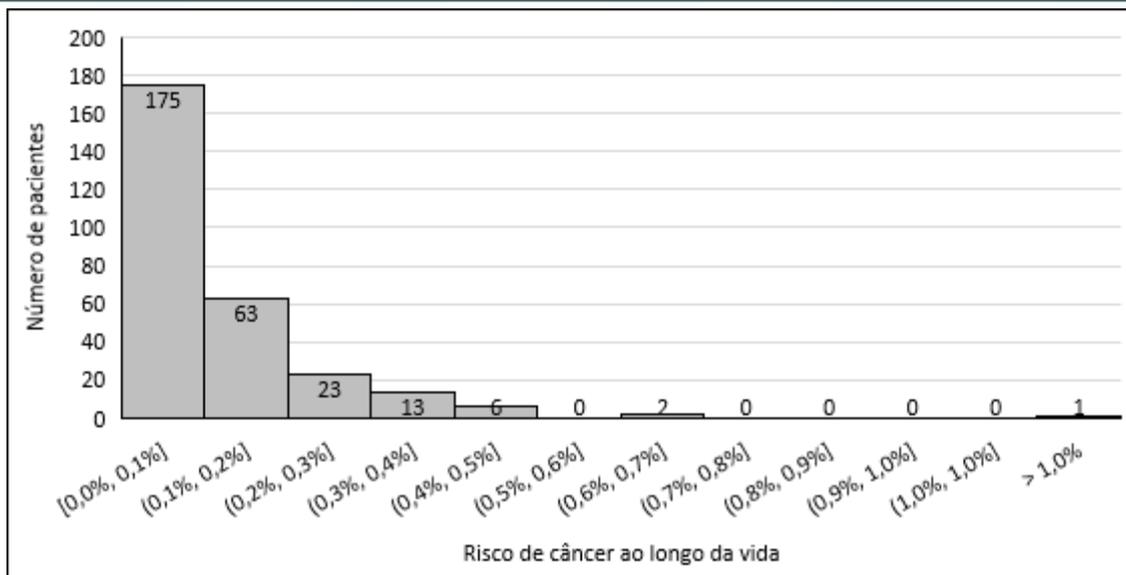
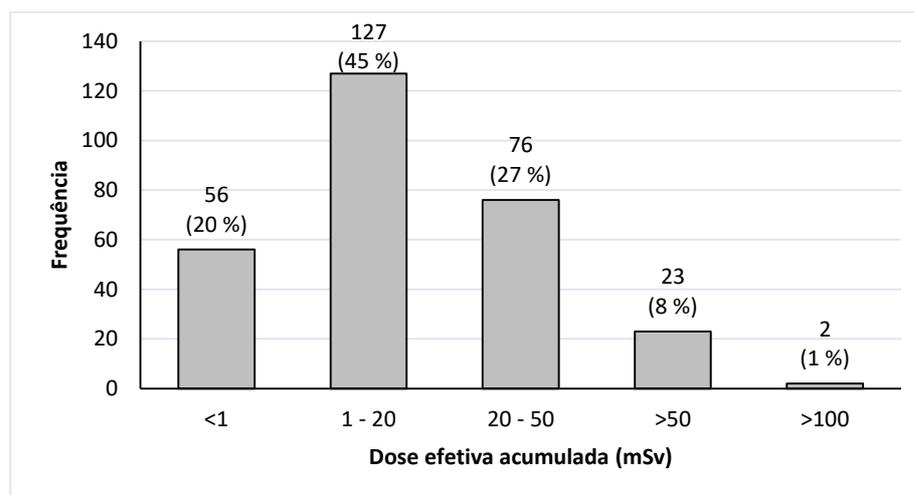


Figura IV - Distribuição dos riscos adicionais de incidência de câncer ao longo da vida.



A Figura V mostra a distribuição das doses em comparação com os limites de doses recomendados pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP, 2007) e estabelecidos nas normas brasileiras, por meio da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN, 2005). De acordo com a distribuição, 20 % dos pacientes tiveram doses abaixo do limite estipulado para indivíduos do público (1 mSv), 36% ultrapassaram o limite anual para uma média de cinco anos consecutivos (20 mSv), 9 % ultrapassaram o limite de dose em um único ano (50 mSv), e 1 % ultrapassou o limite que define a faixa de baixas doses (100 mSv).

Figura V - Distribuição das doses de acordo com os limites.



A Tabela I faz um comparativo deste estudo com o estudo mais parecido que foi encontrado na literatura (MCEVOY et al., 2019).



Tabela I - Comparativo dos resultados deste estudo com a literatura encontrada.

	McEvoy, 2019 ^a	Este estudo
Número de pacientes	526	283
Idade	65 (51-76)	52 (13-90)
Pacientes masculinos	58 %	60 %
Dias de internação	7 (6-13)	25 (1-129)
Mortalidade	10 %	38 % ^b
Número de procedimentos	4331	2193
Dose total acumulada	5688 mSv	5139 mSv
Mediana da dose acumulada	0,9 mSv	13 mSv
Frequência de procedimentos	87 % (RX); 13 % (TC) ^c	69 % (RX); 31 % (TC)
Contribuição na dose total	2 % (RX); 98 % (TC) ^c	4 % (RX); 96 % (TC)
E < 1 mSv	51 %	20 %
E > 50 mSv	6 %	8 %
E > 100 mSv	1 %	1 %

^a Incluiu apenas as internações com período superior a 120 horas.

^b Os óbitos ocorridos durante o período de internação não foram incluídos no estudo.

^c Percentual calculado apenas entre os procedimentos de RX e TC.

4 DISCUSSÃO

Seguindo a tendência observada em estudo prévio (MCEVOY et al., 2019), embora os RX tenham apresentado uma maior contribuição na frequência de exames radiológicos, são as TC que requerem maior preocupação, pois contribuem com a maior parte da dose acumulada, tornando quase insignificante a contribuição dos RX. Entretanto, houve uma grande diferença entre os estudos comparados quanto ao percentual de contribuição da TC para a quantidade total de procedimentos (31 % neste estudo versus 13 % no estudo prévio). De modo semelhante, este estudo apresentou um maior percentual de pacientes que foram submetidos a pelo menos uma TC (76 % neste estudo versus 49 % no estudo prévio). Essa diferença refletiu na distribuição e na mediana das doses. A mediana da dose efetiva acumulada neste estudo foi 14 vezes maior do que no estudo comparativo (13 mSv versus 0,9 mSv). De um modo geral, os pacientes deste estudo receberam doses maiores, o que pode ser observado pelo menor percentual de pacientes com dose inferior a 1 mSv (20 % versus 51 %). O percentual de



contribuição dos procedimentos de RX e TC para as doses totais foram razoavelmente semelhantes entre os estudos. Diferentemente deste, o estudo publicado previamente incluiu os pacientes que foram a óbito durante a internação, mas não incluiu os pacientes cuja internação durou menos 120 horas. Além disso, McEvoy (2019) incluiu exames de fluoroscopia e medicina nuclear.

Como o risco adicional de incidência de câncer ao longo da vida não está exclusivamente associado à dose de radiação, mas também à idade do indivíduo exposto, a distribuição dos riscos (Figura III) não apresenta exatamente o mesmo formato da distribuição das doses acumuladas (Figura IV). Como exemplo disso, o paciente que recebeu a maior dose (58 anos de idade; 133 mSv; risco de 0,6 %) não é o mesmo paciente que apresentou o maior risco (20 anos de idade; 128 mSv; risco de 1,1 %). Assim, embora tenha havido dois casos com doses acumuladas maiores de que 100 mSv, apenas um deles apresentou um risco de incidência de câncer ao longo da vida maior do que 1%.

Os riscos de incidência de câncer estimados neste estudo, para os pacientes submetidos aos procedimentos radiológicos durante a internação na UTI, são relativamente baixos (mediana de 1/1621 ou 0,06 %). Entretanto, esses riscos são maiores do que os riscos de várias causas externas de mortalidade, calculadas a partir das taxas e percentuais de ocorrência publicados para a população dos Estados Unidos de 2009 (ROCKETT et al., 2012): acidente de trânsito de veículos motorizados (1/8888 ou 0,011 %), suicídio (1/8332 ou 0,012 %), envenenamento (1/9682 ou 0,010 %), queda (1/12379 ou 0,008 %), homicídio (1/18243 ou 0,005 %). Também é possível fazer a comparação desse risco a probabilidade de ser premiado na loteria. A chance de ganhar o prêmio máximo na maior modalidade da loteria federal brasileira, com uma aposta simples, é de 1/50063860 ou 0,000002 %. Portanto, se pessoas acreditam que ganharão na loteria, também deveriam acreditar na possibilidade de incidência de um câncer ao longo da vida, em consequência da dose acumulada na realização de exames radiológicos durante a internação na UTI, cujo risco é cerca de trinta mil vezes maior.

A estimativa do risco de incidência de câncer radioinduzido está sujeita a várias fontes de incertezas que dificultam o cálculo da mesma. Além das incertezas estatísticas, há as limitações inerentes aos modelos de relação entre as doses de radiação e o aumento do risco de câncer, e à própria definição da dose efetiva. Os fatores de ponderação da sensibilidade dos tecidos, utilizados no cálculo da dose efetiva, são determinados para uma pessoa de referência, e não para indivíduos específicos. Contudo, a dose efetiva é a única grandeza dosimétrica disponível que fornece uma relação entre a dose de radiação e seu respectivo risco à saúde.



Assim, embora a dose efetiva tenha como propósito principal a avaliação prospectiva para planejamento e otimização em proteção radiológica e não seja recomendada para fins de investigações retrospectivas detalhadas de exposições e riscos individuais (ICRP, 2007), ela tem sido amplamente utilizada para este fim (HUDA, 2007; MCEVOY et al., 2019; SMITH-BINDMAN et al., 2009; SODICKSON et al., 2009). Neste estudo, há ainda as limitações relacionadas ao método pelo qual as doses de radiação foram estimadas e às diferenças entre as populações e exposições para as quais foram feitas as estimativas de risco e aquelas para as quais os dados epidemiológicos estão disponíveis na literatura científica. As doses dos procedimentos de TC foram estimadas a partir dos valores de DLP apresentados no DICOM RDSR, os quais são estabelecidos com o uso de fantomas radiográficos. Assim, o valor de dose utilizado não apresenta distinção quanto às diferenças de tamanhos entre os pacientes. A tabela de valores utilizada nos cálculos dos riscos foi determinada com base na população japonesa sobrevivente das bombas atômicas que explodiram em Hiroshima e Nagasaki, e ajustada para os dados demográficos da população dos Estados Unidos (COUNCIL, 2006). Há relato de que a incerteza relativa nos valores estimados para a dose efetiva estão em torno de $\pm 40\%$, e que a estimativa do risco de câncer, aplicada a um indivíduo, pode variar mais do que três vezes, para mais ou para menos (MARTIN, 2007).

Os princípios gerais da proteção radiológica incluem a justificação da exposição à radiação. No caso da exposição médica (do paciente), o uso da radiação deve ser justificado por fazer mais bem do que mal ao paciente, ou trazer mais benefícios do que riscos. Devem ser consideradas as características do paciente e a existência de um objetivo específico para julgar se o procedimento radiológico fornecerá as informações necessárias ou melhorará o diagnóstico ou tratamento do paciente (ICRP, 2007). No caso dos pacientes internados na UTI, subentende-se que, de um modo geral, eles estejam em estado crítico de saúde, o que já serviria, ao menos parcialmente, como uma justificativa para o procedimento radiológico. Neste estudo, observou-se a ocorrência de 37 % (173/456) de óbitos durante o período de internação na UTI, valor que pode servir como um indicador da criticidade do estado clínico dos pacientes. Entretanto, esse fator não deve ser um critério de exclusão dos demais itens a serem considerados e julgados na justificativa do procedimento.

5 CONCLUSÃO

A TC é o procedimento radiológico mais significativo em relação às doses de radiação e seus respectivos riscos aos pacientes internados na UTI. O aumento no número de exames de



TC é acompanhado por um aumento no risco geral que está inerentemente associado a esses procedimentos. A dose efetiva não é um parâmetro físico que pode ser medido, mas é uma grandeza operacional que pode ser utilizada, ainda que com uma incerteza relativamente alta, para estimar o risco biológico relativo associado aos procedimentos radiológicos. Embora apresente várias limitações, a dose efetiva é a única grandeza dosimétrica disponível para fornecer uma relação entre a dose de radiação e seu respectivo risco à saúde.

Os médicos radiologistas e os médicos solicitantes de exames radiológicos têm a obrigação de fazer um balanço entre os riscos e os benefícios associados aos procedimentos radiológicos. Os resultados deste estudo podem dar uma ideia geral sobre os riscos e servir como base no julgamento do princípio da justificação e na decisão de realizar, ou não, um procedimento radiológico.

REFERÊNCIAS

AAPM. The measurement, reporting, and management of radiation dose in CT. [s.l.: s.n.].

BRENNER, D. J. et al. Estimated Risks of Radiation- Induced Fatal Cancer from Pediatric CT. American Roentgen Ray Society, v. 176, n. February, p. 289–296, 2001.

CÉSAR, H. V. et al. Ferramenta Computacional para Estimativa da Dose Efetiva em Exames de Tomografia Computadorizada a partir da Extração de Dados do Cabeçalho DICOM. Revista Brasileira de Física Médica, v. 12, n. 3, p. 35, 2019.

CNEN. Norma CNEN NN 3.01 - Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica Comissão Nacional de Energia Nuclear, 2005.

COUNCIL, N. R. Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation: BEIR VII Phase 2. [s.l.: s.n.].

DONNELLY, L. F. et al. Perspective: Minimizing radiation dose for pediatric body applications of single-detector helical CT: Strategies at a large children's hospital. American Journal of Roentgenology, v. 176, n. 2, p. 303–306, 2001.

EINSTEIN, A. J.; HENZLOVA, M. J.; RAJAGOPALAN, S. Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography. Journal of the American Medical Association, v. 298, n. 3, p. 317–323, 2007.

GRIFFEY, R. T.; SODICKSON, A. Cumulative radiation exposure and cancer risk estimates in emergency department patients undergoing repeat or multiple CT. American Journal of Roentgenology, v. 192, n. 4, p. 887–892, 2009.

HALL, E. J. Radiation biology for pediatric radiologists. Pediatric Radiology, v. 39, n. SUPPL. 1, 2009.



HUDA, W. Radiation doses and risks in chest computed tomography examinations. *Proceedings of the American Thoracic Society*, v. 4, n. 4, p. 316–320, 2007.

ICRP. *Annals of the ICRP: Publication 103 - The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. [s.l: s.n.].

KIM, K. P.; EINSTEIN, A. J.; GONZALEZ, A. B. DE. Coronary Artery Calcification: Estimated Radiation Dose and Cancer Risk. *Archives of Internal Medicine*, v. 169, n. 13, p. 1188–1194, 2009.

KOMATSU, C. V. et al. Excess radiation to newborns hospitalized in the intensive care unit. *Radiation Protection Dosimetry*, v. 177, n. 3, 2017.

KRITSANEEPAIBOON, S.; JUTIYON, A.; KRISANACHINDA, A. Cumulative radiation exposure and estimated lifetime cancer risk in multiple-injury adult patients undergoing repeated or multiple CTs. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, v. 44, n. 1, p. 19–27, 2018.

LINET, M. S. et al. Cancer risks associated with external radiation from diagnostic imaging procedures. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, v. 62, n. 2, p. 75–100, 2012.

LITTLE, M. P. et al. Risks associated with low doses and low dose rates of ionizing radiation: Why linearity may be (almost) the best we can do. *Radiology*, v. 251, n. 1, p. 6–12, 2009.

MARTIN, C. J. Effective dose: How should it be applied to medical exposures? *British Journal of Radiology*, v. 80, n. 956, p. 639–647, 2007.

MCEVOY, J. H. et al. Cumulative radiation in critically ill patients: a retrospective audit of ionizing radiation exposure in an intensive care unit. *Critical care and resuscitation : journal of the Australasian Academy of Critical Care Medicine*, v. 21, n. 3, p. 212–219, 2019.

METTLER, F. A. et al. Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: A catalog. *Radiology*, v. 248, n. 1, p. 254–263, 2008.

MOLONEY, F. et al. Cumulative radiation exposure from diagnostic imaging in intensive care unit patients. *World Journal of Radiology*, v. 8, n. 4, p. 419, 2016.

NICKOLOFF, E. L.; ALDERSON, P. O. Radiation exposures to patients from CT: Reality, public perception, and policy. *American Journal of Roentgenology*, v. 177, n. 2, p. 285–287, 2001.

POWER, S. P. et al. Computed tomography and patient risk: Facts, perceptions and uncertainties. *World Journal of Radiology*, v. 8, n. 12, p. 902, 2016.

REGULLA, D. F.; EDER, H. Patient exposure in medical X-ray imaging in Europe. *Radiation Protection Dosimetry*, v. 114, n. 1–3, p. 11–25, 2005.

ROCKETT, I. R. H. et al. Leading causes of unintentional and intentional injury mortality: United States, 2000–2009. *American Journal of Public Health*, v. 102, n. 11, p. 2000–2009, 2012.



SECHOPOULOS, I.; TRIANNI, A.; PECK, D. The DICOM radiation dose structured report: What it is and what it is not. *Journal of the American College of Radiology*, v. 12, n. 7, p. 712–713, 2015.

SMITH-BINDMAN, R. et al. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. *Archives of Internal Medicine*, v. 169, n. 22, p. 2078–2086, 2009.

SODICKSON, A. et al. Recurrent CT, cumulative radiation exposure, and associated radiation-induced cancer risks from CT of adults. *Radiology*, v. 251, n. 1, p. 175–184, 2009.

TOOSI, M. T. B.; MALEKZADEH, M. Radiation dose to newborns in neonatal intensive care units. *Iranian Journal of Radiology*, v. 9, n. 3, p. 145–149, 2012.

WOLBARST, A. B. et al. Medical Response to a Major Radiologic Emergency: A Primer for Medical and Public Health Practitioners. *Radiology*, v. 254, n. 3, 2010.



comunicações



O DESAFIO DA LIDERANÇA

THE LEADERSHIP CHALLENGE

 **Fabio Leite Gastal, MD, PhD**

Diretor Acadêmico da Faculdade Unimed, Superintendente de Novos Negócios na Seguros Unimed, Presidente do Conselho da ONA (triênio 2021 - 2024), Médico, Psiquiatra, DrScMed, PhD, FISQua. Áreas de concentração e domínio com mais de 30 anos de experiência e produção técnico-científica ativa: Medicina; Economia da Saúde; Administração Hospitalar; Psiquiatria; Psicogeriatría; Políticas de Saúde; Tecnologias de Gestão e Qualidade em Saúde; Epidemiologia e métodos quantitativos em Saúde e Saúde Mental Experiência em Planejamento e Gestão de Serviços de Saúde (COL, ONA, UNIMED-BH, HMD/SSMD e Seguros Unimed) e, mais recentemente, em processos de desenvolvimento e inovação (UNIMED-BH e HMD/SSMD e Seguros Unimed). Especializações: Médico - Psiquiatra (1988 - UROU, ABP, CFM, SPRS) Doutor em Medicina - Universidade da República Oriental do Uruguai (1993); Doutor em Medicina/Psiquiatria - Universidade Federal de São Paulo (1995).



Este artigo é uma tradução do original *The Leadership Challenge*, publicado para obtenção do Fellow da ISQUA (www.isqua.org).

O DESAFIO DA LIDERANÇA

Os desafios das lideranças na minha opinião se baseiam para sua explicação e entendimento em diversos modelos teóricos e explicativos, mas também são muito influenciados pelos contextos histórico culturais de cada país e sua cultura. Contudo, é importante valorizar os diferentes modelos e abordagens pois sempre a questão da liderança é um tema complexo em suas abordagens.

Acreditamos que para a transformação organizacional é necessária sempre a mobilização de competências de liderança e para tanto precisamos buscar entender usando recursos da sociologia e da psicologia para seu melhor entendimento.

De todas as formas é sempre fundamental conhecer as habilidades e o capital humano nos diversos ramos organizacionais pois estes são determinantes. A capacidade de desenvolver talentos promover as pessoas em suas habilidades e capacidades, promover as capacidades e as lideranças se colocam como um grande desafio em todos os setores econômicos, mas especialmente no setor de saúde.

O Século XXI está e estará conectado com grandes transformações culturais, digitais e científicas e por causa disso precisaremos de novos líderes com novas habilidades e competências para lidar em uma sociedade conectada e do conhecimento. Podemos afirmar que o líder do presente e do futuro será um líder com competências transformacionais, ou seja, um LIDER TRANSFORMADOR. Este tipo de líder será necessário porque nesta nova era estaremos vivendo enormes transformações culturais e organizacionais.

As transformações são muito rápidas e afetam a todas as organizações e em seu todo, impactando muito e diretamente nas relações humanas. Estamos no início da Revolução Industrial 4.0, que se baseia na tecnologia e na ciência de modo intensivo, para isso precisaremos de líderes que saibam lidar com este contexto e para isso terão de dispor de conhecimentos, competências e habilidades.

Neste novo contexto temos novos componentes e um novo capital humano nas organizações, teremos cada vez maior influencia dos conhecimentos da Tecnologia da Informação e Digital, do Design “Thinking”, do Design de Serviços, “Scrum”, Métodos ágeis etc. Em suma, uma plêiade de novidades técnicas e metodológicas.



As competências usuais do Século XX não são suficientes para este universo de desafios, os modelos tradicionais de gestão e da Teoria da Administração do século passado, estão superados e seria melhor não se lutar contra isso e buscar os novos caminhos a seguir. Coisas como Big Data, Inteligência Artificial, a moderna biogenética, a medicina personalizada, vão fazer os velhos líderes ou os da velha escola perecerem.

Precisamos preparar os novos líderes para estes desafios e para isso precisaremos de novas abordagens e vamos tentar sumarizar como estamos tentando organizar um modelo de abordagem transformacional da liderança. Esta é apenas uma contribuição ao tema e visa aplainar o caminho para os líderes do futuro.

Uma questão fundamental nesta nova abordagem metodológica é a inclusão de uma dimensão temporal ou lógica dialética, que deixe muito clara a dimensão móvel e fluida da realidade das coisas. Não se pode mais entender a realidade e as organizações com a lógica estática (formal) e atemporal da ciência do século XX.

Portanto, entendemos que as organizações trabalham permanentemente com quatro agendas (dimensão temporal) que permitem compreender e apoiar os processos organizacionais e transformadores, por isso os líderes deverão sempre trabalhar com alguns aspectos diferentes em mente e como referenciais de apoio analítico da realidade que os cerca, são eles: relações humanas, questões técnico-científicas, questões tecnológicas, requisitos organizacionais e espaço para a cultura inovadora. Isto torna necessário a conjugação de habilidades analíticas do campo histórico, sociológico, antropológico e da psicologia. De todas as formas, a base estará sempre, no conhecimento já acumulado e existente, contudo o avanço que proporemos, é sua articulação como um todo dinâmico e em permanente movimento.

Vamos a elas:

A primeira habilidade, a mais sofisticada evoluída e complexa de desenvolver, a mais dinâmica e fluida definimos com a Agenda Política:

Esta agenda incide em toda e qualquer organização. O grande desafio é buscar compreender e lidar com as relações de poder, seu sistema de distribuição e como ela se movimenta nas organizações. Quando estamos analisando processos de transformação, a questão do poder se torna essencial e fundamental pois em qualquer transformação existe a modificação dos eixos e das relações de poder. Por isso, é fundamental que a liderança tenha esta consciência e saiba os desafios a enfrentar pois em todos os níveis organizacionais do mais alto ao mais baixo existem assimetrias internas a serem entendidas e devidamente decifradas para poder encaminhar as mudanças e dinamizar o movimento institucional e a inovação.



Temos sempre nas organizações estruturas, pessoas e sistemas e o líder tem de ser capaz de realizar estas leituras em seus momentos, dinâmicas e movimentos pois a organização está sempre em fluxo. Fundamental é saber divisar as relações informais de poder pois são elas grandes influenciadores desta agenda.

A segunda habilidade, se baseia mais em componentes cognitivos, de planejamento, de capacidade técnica, de formação científica ou destes tipos de domínios, aqui são essenciais a capacidade de leitura de tendências, de movimentos do mercado, de leitura do futuro, denominamos está de: Agenda Estratégica.

A agenda estratégica está conectada as habilidades de planificação e de promoção dos processos de transformação, bem como, de mobilização destas habilidades nas pessoas e equipes. Esta agenda está diretamente relacionada em camada inferior a política, mas no nível executivo superior das organizações.

A terceira competência mais relacionada com os domínios específicos de conhecimento técnico e especializado denominamos de Agenda Técnica.

Esta agenda está diretamente conectada com as competências técnicas e científicas para a ação específica no campo de conhecimento que a instituição atua, poderíamos dizer que este é o campo de jogo dos especialistas, onde se articulam o conhecimento e a capacidade de usá-los em prol dos processos internos e da gestão da organização.

A grande diferença entre a agenda técnica e a agenda estratégica é que a primeira estará focada no processo de aplicação do conhecimento especificamente ao processo e a segunda, usará o conhecimento voltado para o processo de tomadas de decisão. Explicando de outra forma o domínio da técnica é o domínio da aplicação o domínio da estratégia é da formulação e um âmbito multidisciplinar. De outra forma, um conhece a árvore em todas as suas dimensões botânicas e o outro usa o conhecimento da floresta, sendo ambos agrônomos.

Por fim a última, mas não menos importante é a Agenda Operacional:

Esta agenda está diretamente ligada a gestão da rotina nas organizações, é ela a dona do campo operacional, da gestão do dia a dia, normalmente com grandes times, muitas pessoas, manutenção e melhoria de protocolos e padrões. Existem aqui processos de inovação, contudo podemos dizer que em sua imensa maioria são processos de inovação incremental e de ganhos de produtividade e de eficiência. De certa maneira esta é a melhor estudada e compreendida pela Teoria da Administração do século XX.

Já que trouxemos aqui a menção a inovação podemos dizer que a inovação disruptiva, revolucionária, estará sempre conectada ou em sua imensa maioria aos níveis de agenda



estratégica e política, sendo que a formulação tem mais relação com a estratégica e a viabilização via poder e negociação com a política. Nas organizações sem o suporte do poder de fato ou de direito não se inova!

Podemos dizer que o modelo acima é uma aproximação conceitual da maneira como os processos de decisão estratégica e tática se processam nas organizações e como surge ou não o espaço/campo para a inovação ou para as mentes inovadoras. Vale aqui a menção de que este desenho ajuda a explicar a razão e o porquê a inovação costuma estar ligada às pequenas empresas ou nascentes (startups) ou aos centros de pesquisa e universidades (inovadores profissionais, outro ecossistema organizacional). As grandes empresas do século XX são paquidermes eficientes e rotineiros que seguem sempre os mesmos caminhos, vão aos mesmos lugares desde o nascimento até a morte, como as baleias, os elefantes e os rinocerontes.

Portanto, com esta abordagem conceitual das “4 agendas”, o jovem líder poderá fazer uma boa leitura da organização em que se encontra, entender melhor o contexto organizacional e a complexidade do meio em que se encontra, bem como, fazer leituras inteligentes das relações de poder com que deverá lidar e compreender.

Para o futuro, deveremos entender melhor as peculiaridades destas agendas, trazer à tona as questões estratégicas, da política organizacional e do poder com mais clareza e transparência. O processo de desenvolvimento de lideranças precisa e deve explicitar esta complexidade de passar por dimensões sociológicas, antropológicas e psicológicas. Desenvolver uma cultura de liderança será desenvolver em todos os âmbitos competências diferenciadas e leitores hábeis e competentes da realidade fluida e movediça do presente/futuro.

Portanto o “Novo Mundo do Futuro”, passa por um novo tipo de líder e de cultura de liderança que conseguindo elaborar boas leituras de uma agenda muito complexa e dinâmica seja capaz de colocar a sua organização em posição de se transformar permanentemente, de inovar e de promover o intra-empendedorismo.

REFERÊNCIAS

FONSECA, M.A.P. *SuperFoco*. Belo Horizonte: Do, 2017.

GASTAL, E.. Enfoque Dialético: um estágio mais avançado no uso de sistemas na pesquisa agropecuária. *R. Econ. Sociol. Rural*. Brasília, v.26, n.1, p.89-110, jan/mar, 1988.

JULIEN, F. *Traité de l'efficacité*. Paris: Grasset & Fasquelle, 1996.

PINHEIRO, T. & ALT, L. *Design Thinking Brasil*. São Paulo: Campus, 2012.



SUTHERLAND, J. *Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo*. São Paulo: Leya, 2016.