

# Análise de fatores para adoção da tecnologia nuclear no diagnóstico e tratamento de doenças crônicas

Factor analysis for the adoption of nuclear technology in diagnosis and treatment of chronic diseases

Renato Cesar Sato<sup>1</sup>, Désirée Moraes Zouain<sup>2</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Identificar e avaliar as variáveis latentes (que não podem ser observadas diretamente) no processo de adoção e uso de tecnologias nucleares no diagnóstico e tratamento de doenças crônicas. A mensuração e a gestão dos fatores latentes são importantes dentro da área da Saúde devido às complexidades inerentes do setor. **Métodos:** Foi realizado um estudo do tipo fatorial exploratório com 52 médicos das especialidades de Cardiologia, Neurologia e Oncologia no Estado de São Paulo que participaram do estudo entre 2009 e 2010. Os dados foram coletados por meio de questionário de mensuração de atitudes e analisados pelo método dos componentes principais, com rotação do tipo Varimax. **Resultados:** A matriz de componentes após a rotação dos fatores apresentou três agrupamentos explicativos ordenados para a demanda de uso das tecnologias nucleares: fatores clínicos, fatores estruturais e fatores tecnológicos. O fator clínico é formado por respostas referentes a histórico clínico, intervenção anterior, complexidade e cronicidade. O fator estrutural é composto por idade do paciente, área de atuação do médico e capacidade de pagamento; o fator tecnológico diz respeito às perspectivas de aumento do uso da tecnologia nuclear – quantidade de serviços. **Conclusões:** A dimensão de fatores clínicos é composta por histórico clínico, intervenção anterior, complexidade e cronicidade da doença. Essa dimensão é o principal motivador para adoção da tecnologia nuclear no diagnóstico e tratamento das doenças crônicas.

**Descritores:** Doença crônica; Diagnóstico por imagem; Terapêutica; Tecnologia biomédica; Medicina nuclear; Radioisótopos; Administração de serviços de saúde

## ABSTRACT

**Objective:** To identify and evaluate latent variables (variables that are not directly observed) for adopting and using nuclear technologies

in diagnosis and treatment of chronic diseases. The measurement and management of these latent factors are important for healthcare due to complexities of the sector. **Methods:** An exploratory factor analysis study was conducted among 52 physicians practicing in the areas of Cardiology, Neurology and Oncology in the State of Sao Paulo who agreed to participate in the study between 2009 and 2010. Data were collected using an attitude measurement questionnaire, and analyzed according to the principal component method with Varimax rotation. **Results:** The component matrix after factor rotation showed three elucidative groups arranged according to demand for nuclear technology: clinical factors, structural factors, and technological factors. Clinical factors included questionnaire answers referring to medical history, previous interventions, complexity and chronicity of the disease. Structural factors included patient age, physician's practice area, and payment ability. Technological factors included prospective growth in the use of nuclear technology and availability of services. **Conclusions:** The clinical factors group dimension identified in the study included patient history, prior interventions, and complexity and chronicity of the disease. This dimension is the main motivator for adopting nuclear technology in diagnosis and treatment of chronic diseases.

**Keywords:** Chronic disease; Diagnostic imaging; Therapeutics; Biomedical technology; Nuclear medicine; Radioisotopes; Health services administration

## INTRODUÇÃO

A adoção e a difusão tecnológica dentro dos hospitais ou organizações de saúde dependem do conhecimento e da percepção que os agentes – médicos, enfermeiros ou demais profissionais – possuem acerca dessa tecnologia. A área da Saúde foi extremamente beneficiada pelos avanços tecnológicos que ajudaram promover

Trabalho realizado na Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo (SP), Brasil; e no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, São Paulo (SP), Brasil.

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo (SP), Brasil.

<sup>2</sup> Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, São Paulo, (SP), Brasil.

Autor correspondente: Renato Cesar Sato – Rua Talim, 330 – Vila Nair – CEP: 12231-280 – São José dos Campos (SP), Brasil – Tel.: (12) 3921-9598 – E-mail: rcsato@unifesp.br

Data de submissão: 29/9/2011 - Data de aceite: 7/2/2012

Conflito de interesse: Não há

a sobrevida e a cura de uma gama de doenças tidas como fatais. A expansão das tecnologias nessa área tem sido de fundamental importância para manutenção desse progresso, porém, o processo de adoção tecnológica não ocorre de maneira direta, e nem deveria ocorrer. Esse processo deve estar pautado na tomada de decisão coerente, para que haja o uso racional dos recursos institucionais. Essa tomada de decisão deve também satisfazer as expectativas de sucesso da adoção tecnológica, ou seja, é demasiadamente custoso o fracasso de uma adoção tecnológica que não é percebida como adequada pelos agentes que potencialmente farão uso dela.

Diante dessa problemática, realizou-se uma pesquisa empírica que propunha a identificação de variáveis latentes para complementação do processo de decisão na adoção tecnológica. Nessa pesquisa, combinou-se a problemática das doenças crônicas e a tecnologia nuclear aplicada ao diagnóstico e tratamento, utilizando a análise estatística de fatores exploratória. Foram consideradas como doenças crônicas aquelas que representam um baixo risco de vida no curto prazo, entretanto, podem resultar em quadros graves e requerem uma atenção médica prolongada<sup>(1)</sup>.

Essa seleção baseou-se no cenário crescente da participação das doenças crônicas na carga de doenças dos países em desenvolvimento. Nesses países, o aumento da prevalência de doenças crônicas é um fato preocupante para as sociedades, as organizações e os indivíduos. As principais razões dessa preocupação são os altos custos gerados por essas doenças para os sistemas de saúde público e privado, bem como as consequências na qualidade de vida dos indivíduos acometidos por essas doenças. As doenças cardíacas, oncológicas e neurológicas são as principais responsáveis pelos óbitos e incapacidades produzidas nas populações em geral.

Uma explicação parcial para o aumento das doenças crônicas na carga de doenças é decorrente dos progressos relativos no tratamento das doenças infecciosas. No Brasil, essas doenças são responsáveis por 66% da carga de doenças, sendo o restante atribuído às doenças contagiosas (24%) e acidentais (10%)<sup>(2)</sup>. Outra parte da explicação pode ser atribuída à mudança no perfil epidemiológico das populações dos países em desenvolvimento. Isso é consequência de múltiplos fatores, como o aumento da urbanização, o aumento nos cuidados com a saúde perante as doenças infecciosas, e também a mudança no estilo de vida, como no caso da alimentação, tabagismo, etilismo e atividade física regular<sup>(3,4)</sup>. No Brasil, as regiões com maior carga de doenças crônicas são as regiões Sul e Sudeste, com 70

e 69%, respectivamente. As regiões Norte e Nordeste ainda apresentam altas taxas de DALY (*disability adjusted life years*) devido às doenças infecciosas.

Na seleção da tecnológica, identificou-se que a tecnologia nuclear pode auxiliar na amenização dos efeitos por meio de procedimentos não invasivos para o diagnóstico e estagiamento de doenças, como o câncer. No entanto, a tecnologia nuclear também pode ser utilizada em pacientes acometidos por certas doenças cardíacas e neurológicas. Conforme o estudo do Comitê do Estado da Ciência da Medicina Nuclear (*Committee on State of the Science of Nuclear Medicine*), de 2007<sup>(5)</sup>, as aplicações clínicas de Medicina Nuclear incluem as habilidades para: (I) diagnósticos de doenças como câncer, distúrbios neurológicos (por exemplo: doenças de Alzheimer e Parkinson), e doenças cardiovasculares em seus estágios iniciais, permitindo o tratamento precoce e a redução da morbidade e mortalidade; (II) acesso não invasivo para resposta terapêutica, reduzindo a exposição do paciente em tratamentos tóxicos e permitindo o início precoce dos tratamentos; (III) fornecimento de tratamento para câncer e determinadas desordens endocrinológicas (tireoide e tumores neuroendócrinos).

O processo de avançar nos cuidados dos pacientes é complexo e lento. A expansão das técnicas de Medicina Nuclear possui o potencial para acelerar, simplificar e reduzir os custos da saúde, podendo facilitar a implementação de uma medicina personalizada. Esses fatores demonstram a dinamicidade da medicina nuclear no contexto atual. Com a introdução e a difusão de equipamentos híbridos, como o PET/CT, houve um aumento no uso e na precisão dos diagnósticos de imagem por meio da medicina nuclear. Essa modalidade combinada de informações metabólicas e anatômicas permite determinar a extensão e a severidade de determinadas doenças, além de identificar os riscos relativos e aprimorar o monitoramento do paciente em tratamento de maneira mais precisa. No contexto pesquisado, apesar dos avanços tecnológicos relacionados à doença, torna-se necessário avançar também no entendimento do processo de internalização de novas tecnologias, bem como os fatores percebidos para uso e difusão.

## OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi identificar os fatores não observáveis diretamente, mas que influenciam no processo de decisão de uso de tecnologias nucleares no diagnóstico ou tratamento de doenças crônicas. O estu-

do também avaliou quais as dimensões formadas pelo agrupamento dos fatores que foram identificados.

## MÉTODOS

A medida de percepção dos agentes foi realizada pela escala de atitude do tipo Likert com 5 pontos, variando de “Discordo plenamente” até “Concordo plenamente”. O sucesso dessa escala está no fato de que ela possui sensibilidade para recuperar conceitos aristotélicos da manifestação de qualidade, pois reconhece a oposição entre contrários, a gradiente e a situação intermediária. Outra vantagem é a relação adequada entre a precisão e a acurácia da mensuração<sup>(6)</sup>.

A coleta dos dados foi realizada entre os meses de março e novembro de 2009. Participaram dessa coleta os médicos cardiologistas, oncologistas e neurologias que fazem uso diretamente ou indiretamente da tecnologia nuclear para o diagnóstico e/ou tratamento de doenças crônicas. As amostras foram selecionadas no grupo de membros da Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Cancerologia e Conselho Regional de Medicina de São Paulo. A amostra final utilizada na análise foi de 52 médicos pertencentes a essas especialidades e que atuavam na região da Grande São Paulo, ABC paulista, municípios da região do Vale do Paraíba, municípios da região de Campinas, municípios da região de Ribeirão Preto e região de Sorocaba. A análise fatorial exploratória composta pela análise de componentes principais é uma técnica estatística aplicada a um único conjunto de variáveis quando o pesquisador está interessado em descobrir quais variáveis formam os subconjuntos coerentes e que são relativamente independentes uma da outra. As variá-

veis correlacionadas, mas em grande parte independente de outros subconjuntos de variáveis, são combinadas em fatores que são as estruturas que buscam refletir os processos subjacentes por meio das correlações entre as variáveis.

## RESULTADOS

Verificou-se a inexistência de multicolinearidade dos fatores por meio do determinante da matriz de correlação (0,19). Assim, reduziu-se a dimensionalidade da matriz de correlação dos resultados, agrupando as variáveis com alta correlação entre si em fatores (Tabela 1).

Os fatores obtidos deram origem às dimensões: clínica, estrutural e tecnológica. O tamanho da amostra que deu origem aos fatores foi adequado (0,7), sendo verificado pelo teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), e a intercorrelação foi avaliada pelo teste de esfericidade de Bartlett ( $p < 0,001$ ). Foram selecionados os vetores considerados importantes por meio do critério Guttman-Kaiser para valores latentes  $> 1$ .

Assim, o primeiro componente explicou 32, 154% da variância observada. O segundo componente é formado tomando-se por base a correlação residual, e é a combinação linear das variáveis observadas que extrai o máximo de variabilidade não correlacionada com o primeiro componente. Os demais componentes também extraem o máximo de variabilidade com base nas correlações residuais e que são ortogonais aos componentes extraídos. Na tabela 2, é apresentada a matriz dos componentes após a rotação dos fatores. Foram excluídas da análise as cargas com valores  $< 0,4^{(7)}$ , e os valores restantes foram ordenados por tamanho.

**Tabela 1.** Tabela de autovalores e somas

Componentes	Autovalores iniciais			Sommas extraídas das cargas ao quadrado			Sommas rotacionadas das cargas ao quadrado		
	Total	Variação (%)	Variação acumulada (%)	Total	Variação (%)	Variação acumulada (%)	Total	Variação (%)	Variação acumulada (%)
1	3,21	32,15	32,15	3,21	32,15	32,15	3,18	31,80	31,80
2	1,70	17,04	49,20	1,70	17,04	49,20	1,67	16,79	48,59
3	1,50	14,99	64,20	1,50	14,99	64,20	1,56	15,60	64,20
4	0,90	9,07	73,27						
5	0,82	8,21	81,49						
6	0,67	6,76	88,25						
7	0,46	4,60	92,85						
8	0,38	3,84	96,69						
9	0,20	2,02	98,71						
10	0,12	1,28	100,00						

**Tabela 2.** Matriz dos componentes rotacionados

Fator	1	2	3
Histórico clínico anterior à moléstia atual	0,92		
Realização intervencional anterior referente à moléstia atual	0,89		
Complexidade da moléstia atual	0,85		
Cronicidade da moléstia atual	0,79		
Idade do paciente		0,74	
Área de atuação médica (agente)		0,72	
Pagamento e cobertura do seguro saúde		0,64	
Crescimento dos procedimentos nucleares para diagnóstico			0,74
Crescimento dos procedimentos nucleares para tratamento			0,67
Disponibilidade de serviços de medicina nuclear			0,59

O fator clínico é formado pelas respostas referentes ao histórico clínico, intervenção anterior, complexidade e cronicidade. O fator estrutural é composto pelas respostas referentes à idade do paciente, área de atuação do médico, e a capacidade de pagamento. O fator tecnológico diz respeito às respostas referentes às perspectivas de aumento da tecnologia nuclear no diagnóstico e tratamento, bem como sobre a quantidade de serviços de medicina nuclear instalados na localidade do respondente.

A tabela 3 apresenta a matriz de correlação extraída por meio da análise do componente principal e rotacionado pelo método Varimax, com normalização Kaiser. A tabela sugere a interdependência dos fatores.

**Tabela 3.** Matriz de correlação

Componente	1	2	3
1	0,99	0,04	0,13
2	0,00	0,92	-0,37
3	-0,14	0,37	0,91

## DISCUSSÃO

Os aprimoramentos tecnológicos na forma de equipamentos, serviços e demais artefatos visam amenizar o impacto criado pelas doenças, mesmo que de modo marginal<sup>(5)</sup>. Porém, essas tecnológicas voltadas ao uso na saúde não estão isentas dos valores e percepções dos agentes envolvidos no processo de uso tecnológico. Isso promove a emergência de uma estrutura mais complexa ao incluir, no processo de entendimento, os aspectos que não podem ser observáveis diretamente. O uso da análise fatorial exploratória permitiu identificar o agrupamento de variáveis revelando associações entre elas e que, contextualizado, fornece importantes direcionamentos sobre de percepção pre-

dominante entre os agentes<sup>(6,7)</sup>. Os resultados obtidos pela pesquisa permitiram definir um “constructo” explicativo e ordinal dos fatores, que pode ser dividido em três grupos.

O primeiro grupo diz respeito à condição clínica composta pelo histórico clínico, as intervenções realizadas anteriormente, a complexidade da doença e sua cronicidade. O segundo grupo é composto pela idade do paciente, a área de atuação do agente médico e a disponibilidade de cobertura pagamento. O terceiro grupo de fatores diz respeito às condições tecnológicas, como as perspectivas de aumento do uso no diagnóstico e tratamento, além da quantidade de serviços disponíveis. Isso sugere que a demanda pelo uso da tecnologia nuclear no diagnóstico e tratamento das doenças crônicas depende primordialmente da condição clínica do paciente, seguida de fatores estruturais e perspectivas de desenvolvimento e disponibilidade tecnológica. Para a percepção dos agentes, a demanda deve priorizar os resultados que podem ser obtidos pela tecnologia disponível ou potencial. Analogamente, uma nova tecnologia pode também ter dificuldade de penetração se as percepções a respeito dos fatores clínicos dos agentes não puderem ser satisfeitas de maneira prioritária. Assim, ao mesmo tempo em que as expectativas de crescimento do volume de doenças crônicas apresentam um sério problema para os próximos anos<sup>(2,3)</sup>, especialmente em virtude da maior probabilidade de permanência dos pacientes acometidos por esse tipo de doença nos hospitais. Os fatores denominados “clínicos” devem ser levados em consideração durante o processo adoção de uma tecnologia, para que ela possa oferecer um retorno dentro de uma fronteira de eficiência. O uso de informações estruturadas pode conduzir a um processo mais eficiente de difusão tecnológica e amenizar os riscos de gastos com artefatos economicamente onerosos, se estes não atenderem as expectativas. No século passado, tivemos, entre as principais realizações da medicina, o desenvolvimento da epidemiologia clínica e o controle parcial das doenças infecciosas. Na primeira década desse século, as doenças crônicas sugerem emergir como uma principal área de atenção. E, assim, como o século passado, os desafios atuais poderão se beneficiar com o uso tecnológico, para trazerem soluções aos novos problemas.

## CONCLUSÃO

A pesquisa apresentou uma importante abordagem para gestão da saúde em conjunto da adoção tecnológica, ao considerarem a análise de fatores exploratórios como instrumento auxiliar na identificação da percepção dos agentes. A emergência e a mudança nas condi-

ções sociais das doenças criam também novas demandas, que devem ser analisadas em conjunto; assim, a tecnologia médica e as condições sociais da doença devem ser observadas em conjunto, pois a tecnologia *per se* não representa uma garantia como ferramenta útil no diagnóstico e no tratamento. Casos em que tecnologias são adquiridas sem uma real avaliação da percepção dos agentes podem conduzir a uma subutilização e, portanto, perdas de recursos econômicos para lidar corretamente com o problema, especialmente diante do problema da agência. O processo de análise desenvolvido nessa pesquisa pode ser transposto para outras tecnologias e condições que saúde que permeiam as organizações de saúde.

## REFERÊNCIAS

1. Kuyken W, Orley J, Power M, Herrman H, Schofield H, Murphy B. The world health organization Quality of Life assessment (WHOQOL): position paper from the world health organization. *Soc Sci Med*. 1995;41(10):1403-9.
2. Banco Mundial. Brasil, Enfrentando o desafio das doenças não transmissíveis no Brasil. Washington, DC: 2005.
3. Mathers CD, Loncar D. Updated projections of global mortality and burden of disease, 2002-2030: data sources, methods and results. Geneva: WHO; 2005.
4. Handschin C, Spiegelman BM. The role of exercise and PGC1 in inflammation and chronic disease. *Nature*. 2008;454(7203):463-9.
5. Institute of Medicine. Advancing nuclear medicine through innovation. Washington, DC: National Research Council and Institute of Medicine of the National Academies; 2008.
6. Pereira J. Análise de dados qualitativos: estratégias para as ciências da saúde, humanas e sociais. São Paulo: Edusp; 1999.
7. Stevens J. Applied multivariate statistics for the social sciences. Hillsdale, NJ: Routledge; 1996.