



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA



# **Modelos de coeficientes aleatórios com ponto de mudança: uma aplicação para o *Nursing Activities Score***

Autor: José Luís de Fraga Lassakoski Júnior  
Orientadora: Professora Dra. Vanessa Bielefeldt Leotti Torman  
Coorientadora: Professora Dra. Débora Feijó Villas Bôas Vieira

Porto Alegre, 13 de outubro de 2016.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Matemática e Estatística

Departamento de Estatística

Modelos de coeficientes aleatórios com ponto de  
mudança: uma aplicação para o *Nursing Activities*  
*Score*

Autor: José Luís de Fraga Lassakoski Júnior

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado para obtenção  
do grau de Bacharel em Estatística.

Banca Examinadora:  
Professora Dra. Vanessa Bielefeldt Leotti Torman (orientadora)  
Professora Dra. Stela Maris de Jesus Castro

Porto Alegre, 13 de outubro de 2016.

*Dedico este trabalho a minha família e amigos.*

*“O que sabemos é uma gota, o que ignoramos é um oceano.”*  
*Isaac Newton*

# Agradecimentos

Agradeço a minha orientadora a professora Vanessa Bielefeldt Leotti Torman pela paciência.

E a supervisora do meu estágio e minha coorientadora Débora Feijó Villas Bôas Vieira.

A professora Lisiane Priscila Roldão Selau, minha orientadora de iniciação científica pela oportunidade de aprendizado.

A todos os professores e professoras que me deram aula durante esta graduação em especial para os professores Cleber Bisognin e Luiz Emílio Allem, pela paciência e tempo disponível fora da sala de aula para a solução de dúvidas.

E finalmente a minha família e meus amigos tantos os diversos obtidos nesses anos de UFRGS quanto os anteriores, obrigado pelo apoio.

# Resumo

Medidas quantitativas obtidas em diversas ocasiões ao longo tempo em um mesmo sujeito possibilitam o ajuste de curvas de crescimento. Tais curvas descrevem padrões de evolução, verificando o comportamento do sujeito ao longo do tempo, e identificam preditores associados a estes padrões. Este trabalho tem como objetivo ajustar curvas de crescimento para descrever a carga de trabalho de profissionais da enfermagem demandada por um paciente quantificada pelo escore *Nursing Activities Score* (NAS), através do modelo de coeficientes aleatórios com ponto de mudança. O estudo do NAS ao longo do tempo é muito relevante para não se subestimar ou superestimar o tamanho de uma equipe de profissionais de enfermagem. Os dados foram obtidos de uma série histórica de pacientes internados no Centro de Tratamento e Terapia Intensiva (CTI) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), de 2012 a 2014. Foram utilizadas como variáveis preditoras a Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) que o paciente foi internado, o índice de gravidade *Acute Physiologic and Chronic Health Evaluation* (APACHE), a idade do paciente na internação, se fez transplante e o sexo. No estudo foram analisados 3175 pacientes, com idade média de 58,4 anos, 54,3% do sexo masculino e tempo de internação médio de 11,1 dias. Os resultados evidenciam uma mudança no comportamento do escore NAS a partir do segundo dia de internação, pois até este ponto o efeito de um dia internado segundo o modelo final utilizado era uma redução média de 10,01 pontos do escore NAS, a partir do segundo dia após a internação segundo o modelo em média houve um acréscimo de 0,76. Os resultados mostram também o impacto do índice de gravidade, de transplantes, da idade no NAS e da UTI tanto no intercepto do modelo, quanto na inclinação até dois dias após a internação.

## Palavras-chaves

*Nursing Activities Score*, curvas de crescimento, modelos mistos, modelos de coeficiente aleatórios, ponto de mudança.

# Sumário

Introdução.....	8
Metodologia.....	10
Resultados .....	13
Conclusões.....	17
Referências Bibliográficas .....	18
Anexo 1 .....	19

Este artigo será submetido a “REVISTA Clinical and Biomedical Research”

# Introdução

Em 1974, Cullen et al (1) criaram o *Therapeutic Intervention Scoring System* (TISS), um instrumento criado para quantificar a carga de trabalho de um enfermeiro em relação a gravidade de um paciente em Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Em 2001 Miranda et al (2) descreve que nos últimos 20 anos os cuidados intensivos em UTI mudaram, assim como o perfil dos pacientes críticos, tendo um claro aumento na idade média, assim como na gravidade dos internados. Houve também um aumento no número de internações. Tais mudanças tornaram necessárias alterações no instrumento, o que originou o *Therapeutic Intervention Scoring System-28* (TISS-28°).

Em 2003, Miranda et al (2) relata que frente a argumentação de enfermeiros de que os TISS-28 estava mais relacionado com a gravidade dos pacientes e estudos de custo efetividade dos pacientes terapêuticos e não na acurácia das necessidades dos cuidados dos pacientes, buscou-se um escore para determinar quais os cuidados de enfermagem que melhor descrevem a carga de trabalho em uma UTI e atribuir pesos nestes cuidados para obter a média de tempo consumido para a realização destas atividades. Para isto, foi reunido um grupo de especialistas médicos e enfermeiros intensivistas.

As mudanças no TISS se deram de duas formas: em relação aos itens adicionados ao instrumento, para que as atividades do enfermeiro se relacionem mais com os procedimentos de assistência ao paciente, e em relação aos pesos atribuídos aos itens do instrumento, para que representem o tempo de assistência requerido e não a gravidade do paciente. Assim surgiu o TISS-28 (3). Em 2003, o TISS-28 foi modificado por um grupo constituído de médicos e enfermeiros de vários países, tendo itens removidos, inseridos e aglutinados, havendo então a redução dos 28 itens para 23. Após a criação deste novo índice, chamado de *Nursing Activities Score* (NAS), ele foi submetido à aplicação em 102 UTI, em 15 países, incluindo o Brasil (2). Durante uma semana simultaneamente nestes países, se registrou em 30 momentos do dia as atividades que os enfermeiros estavam executando em pacientes. Após a coleta dos dados se atribuiu peso aos itens.

O escore NAS varia de 18,3% até 176,8%, sendo que cada 1% equivale a 14,4 minutos de cuidado de um enfermeiro, 100% equivale a 24 horas de cuidado de um enfermeiro a um paciente durante um dia. A principal diferença entre o TISS-28 e o NAS é que o primeiro mede o estado de gravidade do paciente, através da quantificação de intervenções terapêuticas de procedimentos médicos e de enfermagem utilizados, e o segundo não visa medir gravidade, mas o tempo que o paciente demanda de cuidados de um profissional da enfermagem. O NAS é um instrumento que abrange em torno de 81% das necessidades dos cuidados e grau de complexidade requerido, enquanto o TISS-28 mede somente 43% dessas necessidades.

Queijo et al (4) realizou a adaptação do NAS para o português e avaliou suas propriedades psicométricas. O NAS foi aplicado em uma amostra composta de 200 pacientes internados em UTI. A análise da consistência interna foi realizada pelo coeficiente Alfa de Cronbach que revelou que o NAS possui 23 medidas independentes que não comportam consolidação ou redução.

No Brasil, alguns estudos foram realizados sobre o NAS em diferentes hospitais. Martins et al (5) verificaram no HCPA o comportamento do NAS entre quatro grupos de pacientes, onco-hematológico, transplante de células tronco hematopoiéticas (TCTH) alogênico, TCTH autólogo e TCTH alogênico não aparentado, utilizando a técnica de equações de estimação generalizadas para ajustar pelo tempo de internação, e evidenciou uma pontuação mais elevada de NAS nos grupos de alogênicos principalmente no TCTH não aparentado. No modelo ajustado obteve-se um aumento de 0,25 do escore NAS, por dia que o paciente esteve internado, e variáveis preditoras como idade e hospitalizações prévias não afetaram o escore NAS.

Nogueira et al. (6) utilizaram do NAS para associar carga de trabalho de enfermagem em vítimas de trauma admitidas em UTI. Concluíram que pacientes que foram a óbito tiveram maiores valores de NAS em comparação a pacientes que sobreviveram tanto nas primeiras 24 horas de permanência (médias de 80,6 e 69,2, respectivamente), quanto nas últimas 24 horas de permanência

na unidade (média de 109,2 e 45,2, respectivamente). O estudo foi conduzido na UTI de Emergências Cirúrgicas do Hospital de Clínicas da Faculdade de São Paulo entre 1º de maio de 2010 e 31 de janeiro de 2011.

Gonçalves et al. (7) estudaram se fatores como gravidade, idade e tipo de tratamento estão associados à carga de trabalho de enfermagem em UTI utilizando o NAS. O estudo foi realizado em dois hospitais privados do município de São Paulo entre abril de 2002 e outubro de 2004. Concluíram que pacientes que permaneceram internados em UTI por mais de 6 dias e que evoluíram a óbito foram os únicos que exigiram significativamente maior tempo de cuidados no primeiro dia de internação.

Na Itália, Lucchini et al (8) analisaram 5856 pacientes em três UTI de um hospital, de janeiro de 2006 a dezembro de 2011, dividindo os pacientes em grupos de tempo de internação de até vinte e quatro horas, um a cinco dias, cinco a dez dias e acima de 10 dias. Quanto maior o período de internação do grupo, maior foi a mediana observada do NAS.

A primeira vez que o NAS foi utilizado no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) foi em 2003, mas foi sistematicamente adotado somente em 2011, sendo realizado atualmente em todas as UTI. De Lima et al. (9) estudaram a relação da carga de trabalho da equipe de enfermagem em relação a assistência aos pacientes em Unidade de Recuperação Pós-Anestésica (URPA), no HCPA, entre 2008 e 2009. Concluiu-se que a carga de trabalho medida pelo NAS em URPA não se relaciona com o estado clínico do paciente indicado previamente ao procedimento cirúrgico.

Seria interessante para um melhor dimensionamento da carga de trabalho o conhecimento dos períodos de maior carga em uma internação. Assim, este trabalho tem como objetivo modelar o NAS ao longo do tempo de internação dos pacientes, comparando quatro diferentes UTI do HCPA, e analisando relações com as características dos pacientes como a gravidade, idade, sexo e se o paciente foi transplantado. Para estudar tais associações serão utilizados modelos de coeficientes aleatórios, que são adequados quando há interesse entre a variável resposta e o tempo. Modelos de coeficientes aleatórios são um tipo de modelo misto.

Modelos mistos consideram dois tipos de efeitos, fixos e aleatórios, os efeitos são considerados fixos quando se deseja inferir somente sobre as categorias das variáveis preditoras que são incluídas no ajuste do modelo, os efeitos são considerados aleatórios, quando as categorias das variáveis preditoras utilizadas no ajuste do modelo são uma amostra aleatória de uma população, ou seja, um conjunto de categorias com uma distribuição de probabilidade (10). Nos modelos de coeficientes aleatórios curvas de regressão são ajustadas para cada sujeito e os coeficientes de regressão variam aleatoriamente entre os sujeitos. Essa variação ocorre tanto no intercepto do modelo quanto nas inclinações.

## Metodologia

Os dados utilizados no trabalho são originários do Centro de Tratamento e Terapia Intensiva (CTI), do HCPA, referindo-se a internações em uma das quatro UTI entre 1º de janeiro de 2012 a 31 de dezembro de 2014. Foram analisadas apenas a primeira internação de cada paciente no período estabelecido, totalizando 3175 pacientes. Os dados analisados destes pacientes são anteriores a uma possível troca de UTI e até o 15º após o dia de internação.

A cada turno no hospital é feita uma medição do NAS, representando o turno manhã, tarde e noite. Neste trabalho se utilizará como desfecho o NAS 24 horas, tomando-se em cada um dos 23 itens do NAS o valor máximo entre os três turnos e fazendo-se a soma dos itens. Serão analisados os valores diários do NAS, com exceção dos casos faltantes.

Outras informações dos pacientes utilizadas neste trabalho foram: sexo, ocorrência de óbito durante a internação em UTI, idade ao ser internado, APACHE ao ser internado, ocorrência de transplante logo antes da internação na UTI e em qual UTI o paciente foi internado. Como análise exploratória, observaram-se as frequências das variáveis categóricas e médias e desvios-padrão das variáveis quantitativas. Também foram feitos gráficos de linha para verificar a evolução do NAS ao longo dos dias de internação.

Optou-se para análise do NAS um modelo de coeficientes aleatórios pelo interesse em observar o comportamento do escore NAS ao longo dos dias de internação dos pacientes. Geralmente um modelo de coeficientes aleatórios ajusta uma reta com a mesma inclinação para todo período de tempo analisado. Porém a partir da análise exploratória, para modelar o NAS em função do tempo verificou-se ser necessário um método que considerasse uma mudança de comportamento a partir do segundo dia após a internação. Assim, ajustaram-se modelos de coeficientes aleatórios com ponto de mudança fixo no segundo dia após a internação (11). Um exemplo (sem preditores além do tempo) de modelo com ponto de mudança fixo está mostrado na equação (1).

$$\begin{aligned}
 NAS_{ij} &= (\beta_0 + b_{0i}) + (\beta_1 + b_{1i})(2 - t_j)I_{(t_j < 2)} + (\beta_2 + b_{2i})(t_j - 2)I_{(t_j \geq 2)} + \varepsilon_{ij} \quad (1) \\
 &= \beta_{0i} + \beta_{1i}(2 - t_j)I_{(t_j < 2)} + \beta_{2i}(t_j - 2)I_{(t_j \geq 2)} + \varepsilon_{ij}
 \end{aligned}$$

onde  $NAS_{ij}$  é o valor do NAS do indivíduo  $i$  no dia  $j$ ;

$t_j$  é o tempo de internação em dias,  $t_1 = 0, t_2 = 1, \dots, t_{16} = 15$ ;

$\beta_0$  é o valor médio do NAS, para  $t_j = 2$ ;

$\beta_1$  é a inclinação média da reta para  $t_j < 2$ ;

$\beta_2$  é a inclinação média da reta para  $t_j \geq 2$ ;

$b_{0i}$  é o efeito aleatório do paciente  $i$  no intercepto;

$b_{1i}$  é o efeito aleatório do paciente  $i$  na inclinação da reta para  $t_j < 2$ ;

$b_{2i}$  é o efeito aleatório do paciente  $i$  na inclinação da reta para  $t_j \geq 2$ ;

$\beta_{0i}$  é o valor estimado do NAS do paciente  $i$ , para  $t_j = 2$ ;

$\beta_{1i}$  é a inclinação da reta do indivíduo  $i$  para  $t_j < 2$ ;

$\beta_{2i}$  é inclinação da reta do indivíduo  $i$ , para  $t_j \geq 2$ ;

$$I_{(t_j < 2)} = \begin{cases} 1 & \text{se } t_j < 2 \\ 0 & \text{se } t_j \geq 2 \end{cases};$$

$$I_{(t_j \geq 2)} = \begin{cases} 1 & \text{se } t_j \geq 2 \\ 0 & \text{se } t_j < 2 \end{cases};$$

$\varepsilon_{ij}$  é o erro no indivíduo  $i$  na medição  $j$ .

A internação do paciente em UTI ocorre em  $t_1 = 0$ , o ponto de mudança ocorre dois dias após a internação  $t_3 = 2$ , o período de internação é analisado até o décimo quinto dia após a internação  $t_{16} = 15$ . O termo  $\beta_{1i}(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$  representa o coeficiente de inclinação médio no período de tempo da internação do paciente, até dois dias após a internação. Devido à construção do termo podemos observar que no dia da internação  $t_1 = 0$  o coeficiente é  $2\beta_{1i}$ , sofrendo uma redução diária de  $\beta_{1i}$ , sendo que em  $t_2 = 1$  o coeficiente é  $\beta_{1i}$ .

Na equação 2 observa-se as suposições de  $b_{0i}$ ,  $b_{1i}$ ,  $b_{2i}$ ,  $\varepsilon_{ij}$  e a matriz de variâncias-covariâncias  $D$  de  $b_{0i}$ ,  $b_{1i}$  e  $b_{2i}$ .

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2); \begin{bmatrix} b_{0i} \\ b_{1i} \\ b_{2i} \end{bmatrix} \sim N(0, D) \text{ onde } D = \begin{bmatrix} \sigma_{b_{0i}}^2 & \sigma_{b_{0i}b_{1i}} & \sigma_{b_{0i}b_{2i}} \\ \sigma_{b_{1i}b_{0i}} & \sigma_{b_{1i}}^2 & \sigma_{b_{1i}b_{2i}} \\ \sigma_{b_{2i}b_{0i}} & \sigma_{b_{2i}b_{1i}} & \sigma_{b_{2i}}^2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Foram criados cinco modelos, todos possuem os termos  $\beta_{1i}(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$ ,  $\beta_{2i}(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$ , uma das seguintes variáveis preditoras UTI, APACHE, Transplante, Idade e Sexo, e as interações de primeira ordem de  $\beta_{1i}(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$  e  $\beta_{2i}(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$  com a respectiva variável preditora, como pode ser observado na Tabela 1. O modelo com a variável preditora transplante pode ser observado em (3). Óbito não foi utilizado como variável preditora, pois quando um paciente é internado não é possível saber previamente se ele irá a óbito na UTI ou não, ou seja, proibiria a predição do NAS no momento da internação.

Tabela 1. Preditores e interações que compõe os modelos iniciais

Modelo Inicial	Preditor 1	Preditor 2	Preditor 3	Preditor 4	Preditor 5
1	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$	$(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$	UTI	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)} * \text{UTI}$	$(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)} * \text{UTI}$
2	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$	APACHE	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)} * \text{APACHE}$	$(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)} * \text{APACHE}$
3	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$	Transplante	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)} * \text{Transplante}$	$(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)} * \text{Transplante}$
4	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$	Idade	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)} * \text{Idade}$	$(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)} * \text{Idade}$
5	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$	Sexo	$(2-t_j)I_{(t_j < 2)} * \text{Sexo}$	$(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)} * \text{Sexo}$

$$NAS_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}(2-t_j)I_{(t_j < 2)} + \beta_{2i}(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)} + \delta_0 T_i + \delta_1 T_i(2-t_j)I_{(t_j < 2)} + \delta_2 T_i(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)} + \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

Onde  $T_i$  é a variável preditora *dummy* de transplante, isto é,  $T_i = \begin{cases} 1 & \text{se teve transplante} \\ 0 & \text{se não teve transplante} \end{cases}$ ;

$\delta_0$  é a alteração no intercepto do modelo devido a o paciente ter tido transplante;

$\delta_1$  é o efeito do transplante na inclinação da reta, para  $t_j < 2$ ;

$\delta_2$  é o efeito do transplante na inclinação da reta, para  $t_j \geq 2$ .

Após a criação destes modelos foram criados modelos com diversas variáveis preditoras a fim de chegar a um modelo final. Começou-se com o modelo com  $\beta_{1i}(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$ ,  $\beta_{2i}(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$ , UTI e as interações entre UTI,  $\beta_{1i}(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$  e  $\beta_{2i}(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$ . O modelo foi iniciado com a variável preditora UTI devido ao principal interesse do trabalho em verificar a evolução dos pacientes nas quatro diferentes UTI durante os dias de internação. Após foram sendo inseridas no modelo

variáveis predictoras e suas interações com  $\beta_{1i}(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$  e  $\beta_{2i}(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$ , na seguinte ordem: APACHE, transplante, sexo, idade. Esta ordem foi definida por ordem decrescente de AIC. Variáveis predictoras não significativas a 5% foram retiradas uma a uma. Após foram inseridas novamente no modelo as variáveis predictoras que não se mostraram significativas para verificar se no atual modelo estas variáveis predictoras ajudam a explicar os valores dos escores NAS observados, variáveis predictoras que não foram significativas a 5% foram retiradas. E por último inseriu-se suas interações com  $\beta_{1i}(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$  e  $\beta_{2i}(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$ , removendo variáveis predictoras não significativas a 5%. Este processo pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Preditores que compõe os modelos

Variáveis predictoras no modelo	Modelo																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
$(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
UTI	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
APACHE		Sim															
Transplante					Sim												
Sexo								Sim	Sim	Sim							
Idade													Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$ *UTI	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$ *APACHE		Sim														Sim	
$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$ *Transplante					Sim	Sim											Sim
$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$ *Sexo									Sim	Sim							
$(2-t_j)I_{(t_j < 2)}$ *Idade													Sim				
$(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$ *UTI	Sim	Sim	Sim													Sim	
$(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$ *APACHE		Sim		Sim	Sim	Sim											
$(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$ *Transplante					Sim										Sim		
$(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$ *Sexo									Sim								
$(t_j-2)I_{(t_j \geq 2)}$ *Idade													Sim				

A manipulação de dados foi feita no *Microsoft Excel 2010* e as análises descritivas feitas no *IBM SPSS Statistics 20*. Os modelos foram ajustados no software *R* através da função *lmer* do pacote *lme4* (12) e a função *Anova* do pacote *car* foi utilizada para obter os p-valores das variáveis predictoras e interações.

## Resultados

Na Tabela 3 encontra-se a descrição da amostra estudada em geral e por UTI. Pode-se observar um valor médio maior do NAS no primeiro dia de internação na UTI 3, assim como uma média do APACHE levemente superior em comparação as outras UTI e um tempo médio de permanência inferior ao das UTI 1 e 2. A UTI 4 é uma UTI de pós-operatório sendo esperado uma menor taxa de óbito e tempo de permanência, possui um perfil diferentes das demais UTI.

Tabela 3. Descritivas das informações relacionadas aos pacientes.

Variável	Geral	UTI			
		1	2	3	4
Nº de pacientes	3175 (100,0)'	1281 (40,3)'	631 (19,9)'	405 (12,8)'	858 (27,0)'
Idade	58,4 (20,4)"	57,5 (17,4)"	56,6 (18,1)"	58,2 (18,2)"	61,00 (14,0)"
Sexo (masculino)	1724 (54,3)'	694 (54,2)'	323 (51,2)'	200 (49,4)'	507 (59,1)'
NAS do 1º dia	91,7 (21,7)"	92,8 (23,0)"	89,8 (24,3)"	99,2 (23,6)"	89,4 (17,5)"
APACHE	21,1 (9,0)"	21,2 (8,7)"	21,5 (8,7)"	22,4 (9,2)"	15,6 (10,6)"*
Ocorrência de transplante	95 (3,00)'	72 (5,6)'	18 (2,8)'	3 (0,7)'	2 (0,2)'
Ocorrência de óbito	834 (26,3)'	410 (32,0)'	218 (34,5)'	136 (33,6)'	70 (8,2)'
Tempo de total de permanência	11,12 (12,4)"	12,77 (14,1)"	14,22 (15,0)"	11,79 (10,1)"	6,07 (5,0)"
Nº de NAS avaliados	18295 (100,0)'	8274 (45,2)'	4181 (22,8)'	2587 (14,1)'	3250 (17,8)'

' N (%)

" Média (DP)

\* Valor obtido somente de pacientes que não passaram por procedimento operatório

Na Figura 1 tem-se a média do NAS em relação ao tempo de internação do paciente em dias, com intervalo de 95% de confiança por UTI. Ressalta-se que 86,1% dos pacientes ficaram internados por no máximo 16 dias. Até dois dias após a internação do paciente os valores das médias do NAS parecem diminuir, após o segundo dia o valor parece se estabilizar nas UTI 1, 2 e 3. Na UTI 4 há uma flutuação devido ao grande número de pacientes cirúrgicos, estes pacientes foram para UTI logo após terem passado por um procedimento cirúrgico e demandam um grau maior de cuidados nas primeiras 24 horas de internação, após a necessidade de cuidados vai diminuindo e a alta ocorre em cerca de 72 horas. Os pacientes que permanecem internados são pacientes que tem intercorrências e acabam necessitando de mais cuidados e possuem um maior tempo de permanência. A amplitude dos intervalos de confiança aumentam ao longo do tempo devido a diminuição de observações do escore NAS ao longo do tempo.

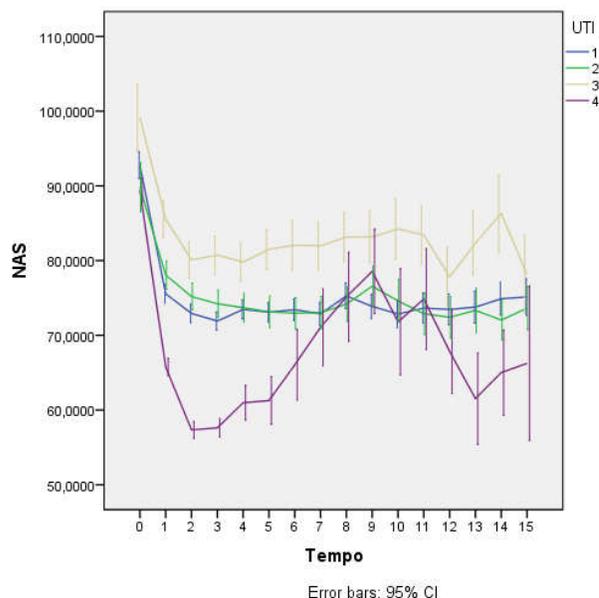


Figura 1. Médias do NAS (IC 95%) ao longo do tempo de observação

Na Tabela 4 têm-se os resultados dos primeiros modelos criados com as estimativas e significâncias de seus efeitos fixos, assim como o AIC.

Tabela 4. Modelos iniciais

Efeito	Modelo 1 UTI (#)	Modelo 2 <sup>~</sup> APACHE	Modelo 3 Transplante (sim)	Modelo 4 Idade	Modelo 5 Sexo (feminino)
Intercepto	55,8906*	54,6506*	68,8034*	71,3867*	68,5874*
$(2 - t_j)I_{(t_j < 2)}$	14,4735*	7,5589*	9,2561*	8,4008*	9,7282*
$(t_j - 2)I_{(t_j \geq 2)}$	0,7093*	0,6880*	0,0308*	0,0167	0,1303*
Preditor	UTI 1 15,5505*				
	UTI 2 17,3231*	0,8699*	-1,7036*	-0,0456	0,3073*
	UTI 3 23,8785*				
Preditor* $(2 - t_j)I_{(t_j < 2)}$	UTI 1 -6,0323*				
	UTI 2 -7,6564*	0,0102	11,2608*	0,0212	-0,2000*
	UTI 3 -6,8614*				
Preditor* $(t_j - 2)I_{(t_j \geq 2)}$	UTI 1 -0,8831*				
	UTI 2 -1,1320*	-0,0443*	-0,8770*	0,0002	-0,2346*
	UTI 3 -0,9052*				
AIC	155159,1	122732,3	155657,6	155762,9	155742,7

\* valor-p < 0,05

# Número da UTI

<sup>~</sup>No Modelo 2 foram utilizadas 14518 observações, nos outros modelo 18295.

Para as variáveis preditoras *dummies* UTI, transplante e sexo foram tomadas como referência respectivamente UTI 4, pacientes não transplantados e sexo masculino. O modelo 2 possui menor AIC entre os modelos descritos. No Modelo 3 pacientes não transplantados tem uma redução do escore NAS de 9,2561 após o dia de internação até dois dias após a internação, já pacientes transplantados no mesmo período possuem uma redução diária do escore NAS de 20,5169 (9,2561+11,2608). No segundo dia após a internação estima-se que pacientes não transplantados tenham escore NAS de 68,8034 e pacientes transplantados no mesmo período de tempo o escore de

67,0998 (68,8034-1,7036). Após o segundo dia de internação, os pacientes não transplantados tiveram um acréscimo diário do NAS de 0,0308, já os pacientes transplantados no mesmo período de tempo tiveram uma redução de 0,8462 (0,0308-0,8770). Todas estas diferenças foram significativas a 5%.

Tabela 5. Estimativa dos parâmetros de ajuste do NAS, no modelo final.

Efeito	Estimativa	Erro Padrão	IC 95%
Intercepto	56,9269*	1,7360	(53,5274 ; 60,3240)
$(2 - t_j)I_{(t_j < 2)}$	10,0091*	1,1493	(7,7578 ; 12,2615)
$(t_j - 2)I_{(t_j \geq 2)}$	0,7579*	0,1611	(0,4323 ; 1,0892)
UTI1	2,2800	1,4481	(-0,5575 ; 5,1147)
UTI2	2,9706*	1,5063	( 0,0137 ; 5,9218)
UTI3	9,5586*	1,5824	(6,4593 ; 12,6556)
APACHE	0,9123*	0,0371	(0,8396 ; 0,9850)
Transplante	-3,7820*	1,7547	(-7,2158 ; -0,3444)
Idade	-0,1142*	-0,1143	(-0,1464 ; -0,0821)
$(2 - t_j)I_{(t_j < 2)} * UTI1$	-2,8036*	1,2253	(-5,2028 ; -0,4040)
$(2 - t_j)I_{(t_j < 2)} * UTI2$	-3,6551*	1,3120	(6,2270 ; -1,0817)
$(2 - t_j)I_{(t_j < 2)} * UTI3$	-2,7855*	1,4186	(-5,5635 ; -0,0073)
$(2 - t_j)I_{(t_j < 2)} * \text{Transplante}$	13,4062*	1,4872	(10,4938 ; 16,3195)
$(t_j - 2)I_{(t_j \geq 2)} * \text{APACHE}$	-0,0475*	0,0066	(-0,0608 ; -0,0343)

\* valor-p < 0,05

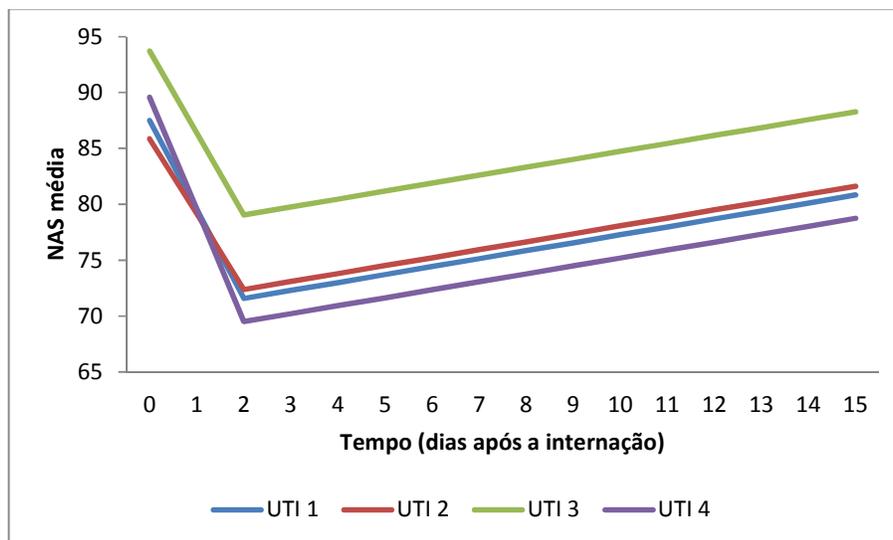


Figura 2. Média do NAS por UTI estimado pelo modelo final ao longo do tempo de internação, os valores 21,1 e 58,4 foram considerados para APACHE e IDADE que são suas respectivas médias, as linhas foram ponderadas pelos escores médios estimados de pacientes transplantados e não transplantados de acordo com suas proporções

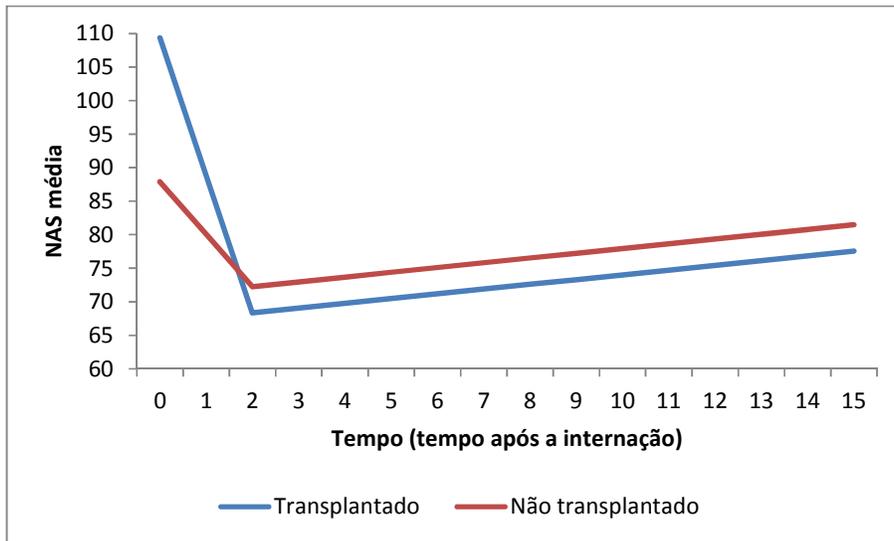


Figura 3. Médias do NAS de pacientes transplantados e não transplantados estimados pelo modelo final ao longo do tempo de internação, os valores 21,1 e 58,4 foram considerados para APACHE e IDADE que são suas respectivas médias, as linhas foram ponderadas pelos escores médios estimados das UTI considerando o número de pacientes das mesmas

Na Tabela 3 observa-se o modelo final ajustado. Na Figura 2 pode-se observar que a UTI 3 assim como na Figura 1, possui valor médio superior em todo o período de tempo estudado, nas quatro UTI o dia de internação foi o dia com maior valor do NAS médio. De acordo com o ponto de mudança, o escore médio dos pacientes decrescem até o segundo dia após a internação, em média a UTI 4 tem o valor do NAS no dia da internação 89,6 maior que o da UTI 1 87,5, que é maior que o escore da UTI 2 85,8. A partir do segundo dia após a internação o valor médio do NAS se torna crescente até o final. O que se explica pelo fato do modelo estimar uma reta.

Na Figura 3, pode-se observar que os pacientes transplantados possuem valores superiores no dia de internação em relação a pacientes não transplantados, porém pacientes transplantados tem um maior decréscimo dos valores de NAS até o segundo dia após a internação, o que é evidenciado pelo coeficiente 13,4062 da interação com a variável preditora Transplante. Após este período os valores médios do NAS crescem apesar dos valores médios dos NAS de pacientes transplantados serem menores neste período.

## Conclusões

Neste trabalho foi descrita a aplicação do modelo de coeficientes aleatórios com ponto de mudança para explicar a evolução do escore NAS. Foi apresentada a descrição geral da técnica empregada. Foi possível observar a relevância da UTI no intercepto (56,9269) e foi evidenciado nas Figuras 1 e 2. A UTI 3 possui um maior valor médio do escore NAS em relação as demais UTI, uma diferença média no modelo e relação a UTI 4 de 9,5586. Pacientes transplantados possuem uma maior queda diária do escore NAS de 13,4062, em relação a pacientes não transplantados, até o segundo dia após a internação. Pacientes com maiores valores do escore APACHE tendem a ter um maior escore NAS em média mantendo as outras variáveis fixas, um ponto no escore APACHE (que varia de 0 a 50), representa um acréscimo de 0,9123 no escore NAS, no segundo dia após a internação.

O modelo de coeficientes aleatórios com ponto de mudança, se mostrou eficiente para ajustar curvas de crescimento para as UTI 1, UTI 2 e UTI 3. Mesmo no caso da UTI 4 que não teve seu comportamento estabilizado a partir do segundo dia após a internação, como se observou na Figura 1, não se detectou maiores resíduos na UTI 4 (resultado não mostrado).

Possíveis melhorias para este trabalho seriam o uso de ponto de mudança aleatório ao invés de fixo e de um polinômio para modelar a evolução do NAS para os pacientes da UTI 4.

# Referências Bibliográficas

## Bibliografia

1. Cullen D, Civetta J, Briggs B. Therapeutic Intervention Scoring System: A method for quantitative comparison of patient care. *Crit Care Med.* 1974 Mar-Apr; 2(2).
2. Miranda DR, Nap R, de Rijk A, Schaufeli W, Iapichino G. Nursing activities score. *Critical Care Medicine.* 2003; 31.
3. Miranda DR, de Rijk A, Schaufeli W. Simplified Therapeutic Intervention Scoring System: The TISS-28 items. Results from a multicenter study. *Crit Care Med.* 1996; 24.
4. Queijo AF, Padilha KG. Nursing Activities Score (NAS): adaptação transcultural e validação para a língua portuguesa. *Revista da Escola de Enfermagem da USP.* 2009 Dezembro; 43.
5. Martins QCS. Nursing Activities Score (NAS) como instrumento de medida de carga de trabalho em unidade de hematologia e transplante de células-tronco hematopoiéticas. Porto Alegre: UFRGS, PPGCM; 2013.
6. Nogueira LdS. Vítemos de trauma admitidas em unidade de terapia intensiva: características e fatores associados à carga de trabalho de enfermagem. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, Escola de Enfermagem; 2012.
7. Gonçalves LA. Fatores associados à carga de trabalho de enfermagem em Unidade de Terapia Intensiva. *Revista da Escola de Enfermagem da USP.* 2007; 41(4).
8. Lucchini A, De Felippis C, Elli S, Schifano L, Rolla F, Pegoraro F, et al. Nursing Activities Score (NAS): 5 Years of experience in the intensive care units of an Italian University hospital. *Intensive and Critical Care Nursing.* 2014 Junho.
9. De Lima LB. Nursing Activities Score para avaliação da carga de trabalho em Unidade de Recuperação Pós-Anestésica. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS, Escola de Enfermagem da UFRGS; 2010.
10. Hauser L, Vigo Á, Kieling C, Jardim LB, Camey SA, Leotti VB. Curva de crescimento usando modelo misto: Uma aplicação na Doença de Machado-Joseph. *Revista HCPA.* 2009; 29(1).
11. Muggeo V. Site da Research Gate. [Online].; 2016 [cited 2016. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/292629179\\_Segmented\\_mixed\\_models\\_with\\_random\\_changepoints\\_in\\_R](https://www.researchgate.net/publication/292629179_Segmented_mixed_models_with_random_changepoints_in_R)
12. Bates D, Maechler M, Bolker B, Walker S. cran.r-project.org. [Online].; 2016 [cited 2016 Junho. Available from: <https://cran.r-project.org/web/packages/lme4/lme4.pdf>.
13. Queijo AF. Tradução para o português e validação de um instrumento de medida de carga de trabalho de enfermagem em Unidade de Terapia Intensiva: Nursing Activities Score (N.A.S.). Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo; 2002.

# Anexo 1

Sintaxe utilizada na criação do modelo.

```
library(lme4)
bp = 2
b1 <- function(x, bp) ifelse(x < bp, bp - x, 0)
b2 <- function(x, bp) ifelse(x < bp, 0, x - bp)
(mf <- lmer(NAS_24H ~ b1(Tempo, bp) + b2(Tempo, bp)
  + UTI1 + UTI2 + UTI3
  + UTI1:b1(Tempo, bp) + UTI2:b1(Tempo, bp) + UTI3:b1(Tempo, bp)
  + APACHE
  + APACHE:b2(Tempo, bp)
  + IDADE
  + TX_agrup
  + TX_agrup:b1(Tempo, bp)
  + (b1(Tempo, bp) + b2(Tempo, bp) | ID), data = bancoNAS))
```