

PLANEJAMENTO HOSPITALAR: UM ESTUDO SOBRE TEMPOS DE ESTADA EM UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA

HOSPITALAR PLANNING: A STUDY ABOUT THE LENGTH OF STAY IN INTENSIVE CARE UNITS

PLANEAMIENTO HOSPITALARIO: UN ESTUDIO SOBRE TIEMPOS DE PERMANENCIA EN UNIDADES DE TRATAMIENTO INTENSIVO

MARCO AURELIO SICCHIROLI LAVRADOR *, OLGA MAIMONI AGUILLAR **

RESUMO

Uma importante variável em planejamento e gerenciamento hospitalar é o tempo de estada dos pacientes. Embora seja comum e razoável a utilização da média destes tempos para estas finalidades, muita informação útil é perdida ao deixar de lado as funções densidades de probabilidade dos tempo de estada (TDE). O presente trabalho estuda a distribuição de TDEs em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) condicionados em vários diagnósticos dos pacientes. Uma breve revisão histórica do problema de ajustes de TDEs hospitalares é apresentada. A natureza particular dos TDEs de UTI em relação a outras enfermarias do hospital é analisada, bem como as vantagens da associação dos mesmos aos diagnósticos clínicos dos pacientes. Dados clínicos e administrativos relativos a três anos de funcionamento de UTI são utilizados para gerar Grupos Homogêneos quanto ao Diagnóstico e são obtidas, as distribuições de probabilidade condicionadas aos mesmos.

Palavras chaves: Tempo de estada, unidade de terapia intensiva, diagnóstico, planejamento hospitalar, sistemas de informação hospitalares, distribuição Weibull, apoio à decisão.

ABSTRACT

An important variable in Hospital Planning and Management is the patients length of stay's. A lot of information about this variable is loss when we work only with his mean and do not consider his probability density function. This paper studies the length of stay (LOS) distribution in Intensive Cares Units (ICU) conditioned in patient diagnosis. A brief historical revision of the problem of the hospitable LOS goodness-of-fit is presented here. The particular nature of ICUs Length Of Stay confronted with others infirmaries of the hospital is analyzed, as well as the advantages of its associations with patients clinical diagnosis. Clinical and administrative data relative to three years of operating of a ICU is utilized to generate Homogeneous Diagnosis Groups and probability distribution are fitted.

*Professor Doutor da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo - Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

**Professora Doutora da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

Keywords: Length of stay; intensive care unit; diagnosis; hospital planning; information system; Weibull distribution; decision support

RESUMEN

Una importante variable en planificación y gestión hospitalaria es el tiempo de permanencia de los pacientes. Aunque sea común y razonable la utilización de la media de estos tiempos para estas finalidades, informaciones útiles son perdidas cuando dejamos de lado las funciones densidades de probabilidad de los tiempos de permanencia. El presente trabajo estudia la distribución de los tiempos de permanencia en unidades de terapia intensiva condicionadas en varios diagnósticos de los pacientes. Una breve revisión histórica del problema de ajustes de tiempos de permanencia es presentada. La naturaleza particular de los tiempos de permanencia en Unidades de Terapia Intensiva en relación a las otras unidades del hospital es analizada, bien como las ventajas de la asociación de los mismos a los diagnósticos clínicos de los pacientes. Datos clínicos y administrativos relativos a tres años de funcionamiento de una Unidad de Terapia Intensiva son utilizados para generar Grupos Homogéneos en cuanto al diagnóstico y son obtenidas las distribuciones de probabilidad condicionadas a los mismos.

Palabras Clave: Tiempo de permanencia, unidad de terapia intensiva, diagnóstico, planificación hospitalar, sistemas de informaciones hospitalares, distribución Weibull, apoyo a decisión.

I. INTRODUÇÃO

Com a atual fartura de recursos computacionais atualmente disponíveis, permitindo que cálculos matemáticos complexos sejam realizados quase que instantaneamente, os métodos de gerenciamento tem se utilizado cada vez mais de técnicas de otimização e previsão, geralmente oriundas de Estatística e Pesquisa Operacional, para máximo aproveitamento dos recursos, frente à uma mesma quantidade de insumos.

A administração hospitalar a longo tempo vem utilizando tais técnicas em maior ou menor grau, embutidas em Sistemas de Informação Hospitalares. FOTTLER (1988) explora este assunto para o caso de gerenciamento e alocação de recursos humanos em hospitais.

Por outro lado a alocação e máximo aproveitamento de grande parte dos recursos hospitalares como um todo, podem ser traduzidos por leitos e, uma forma de minimizar os custos associados aos mesmos é garantir que sua ociosidade seja a menor possível. Desta forma, hipoteticamente, um hospital com 200 leitos que atendesse uma

média mensal de 100 pacientes, com os mesmos recursos, poderia passar a atender um número maior dos mesmos, digamos 130. Um sistema computacional, envolvendo técnicas de Pesquisa Operacional e Estatística, poderia cuidar de realizar a alocação dos pacientes aos leitos e o resultado, seria estudado pelo administrador hospitalar, que teria em mãos um elemento efetivo para embasar suas decisões de internação eletiva. No entanto, para que isto seja possível, é necessário conhecer-se, de antemão, o tempo de estada (TDE) de cada paciente.

Uma séria complicação que surge neste caso, vem do fato que, o tempo de estada de cada paciente é uma variável desconhecida de antemão. Entretanto, pode ser estimada através de casos conhecidos e esta estimativa é uma das componentes para que tais sistemas sejam bem sucedidos. Sendo esta variável de natureza estocástica, a simples estimação de sua média pouco contribui para a confecção de modelos de gerenciamento hospitalar que envolvam simulações ou modelos estocásticos, pelo fato de não incorporar informação sobre a grande variabilidade inerente aos TDEs.

Desta forma, estes modelos devem utilizar-se, preferencialmente, de sua distribuição de probabilidade.

Mais valiosos que sistemas de apoio à decisão hospitalares, mencionados, são os que possam ser utilizados pelas UTIs, devido aos altos custos associados a seus leitos, porém a natureza do TDEs destas unidades são diferentes da dos TDEs de enfermarias.

Neste artigo, fazemos uma breve revisão do estudo de TDEs em enfermarias, examinamos a natureza distinta dos tempos de estada em enfermarias e UTIs e, utilizando dados do Centro de Terapia intensiva do Hospital Geral de Jacarepaguá "Cardoso Fontes", situado em Jacarepaguá, Rio de Janeiro, Brasil, apresentamos as distribuições de probabilidade de TDEs em UTIs, condicionadas à vários diagnósticos, o que poderá contribuir para o aperfeiçoamento de sistemas de apoio à decisão para esta unidades.

1. TDEs em enfermarias hospitalares

Historicamente, nas várias situações em que se tenta o ajuste de distribuições à dados empíricos de TDE, é comum não se obter ajuste e, nos casos que estas tentativas obtém êxito, uma variedade de funções densidade de probabilidade aparecem relacionadas a cada caso. Ao longo do tempo, estes ajustes, tem sido tentado a dados de estada em hospitais, porém não em UTIs.

BALINTIFY (1960) ajusta uma Log-normal em dois tipos de dados e relata que o ajuste foi excelente, porém não quantifica o nível de significância. ROBSON (1966) ressalta que as distribuições de frequência dos dados empíricos tem a aparência de uma K-Erlang ou de uma Log-normal. WHITMORE (1975) sugere o ajuste de uma Gaussiana Inversa. BOLDY (1976) relata que várias distribuições têm sido usadas para aproximar o TDE, citando a Exponencial Negativa, a Log-normal e a Gamma, apesar de citar também o trabalho de Hanyside e Morris de 1967 que relatam que seus dados

não se ajustaram a nenhuma dessas. ALFREDO-FILHO (1987) estuda o ajuste das distribuições Normal, Log-normal, Exponencial, Gamma e Weibull à dados de pacientes cirúrgicos de uma enfermaria do Hospital Western de Glasgow na Escócia, em 1977, truncando os casos de estadas muito curtas e muito longas e, através de testes de aderência, realizados ao nível de significância de 5%, conclui que os dados não se ajustam a nenhuma delas.

2. TDEs em unidades de terapia intensiva

As Unidades de Terapia Intensiva, são subsistemas hospitalares de natureza diversa das enfermarias, do ponto de vista operacional. Têm custos por leito muito mais elevados, farmácia própria, grande autonomia de gerenciamento, mas principalmente, e este é um ponto importante no presente estudo, trabalham com pacientes críticos. Isto é, pacientes cujas funções vitais só podem ser mantidas mediante aparelhos e procedimentos de UTI, sendo que, no momento que o organismo consegue suprir estas funções por si próprio, o paciente é imediatamente transferido da unidade, principalmente devido ao alto custo associado aos leitos.

Se atentarmos ao fato que, o que determina o tempo de estada de um paciente é o nível de cuidados que ele necessita, chegamos ao ponto que nos interessa: o nível de cuidados na UTI é máximo e constante do início ao término de sua estada (LAVRADOR, 1990); já em uma enfermaria, o nível de cuidados é variável, comumente, baixo, aumentando até um máximo e finalmente diminuindo até a alta, para pacientes eletivos (JEFFERY, 1973), e inicialmente alto diminuindo até a alta para pacientes de emergência. A figura 1 apresenta um esboço desta situação.

Desta forma percebemos que a natureza do TDE em UTIS e em enfermarias pode ser diferente. Na UTI, a natureza da estada é completamente aleatória em relação a

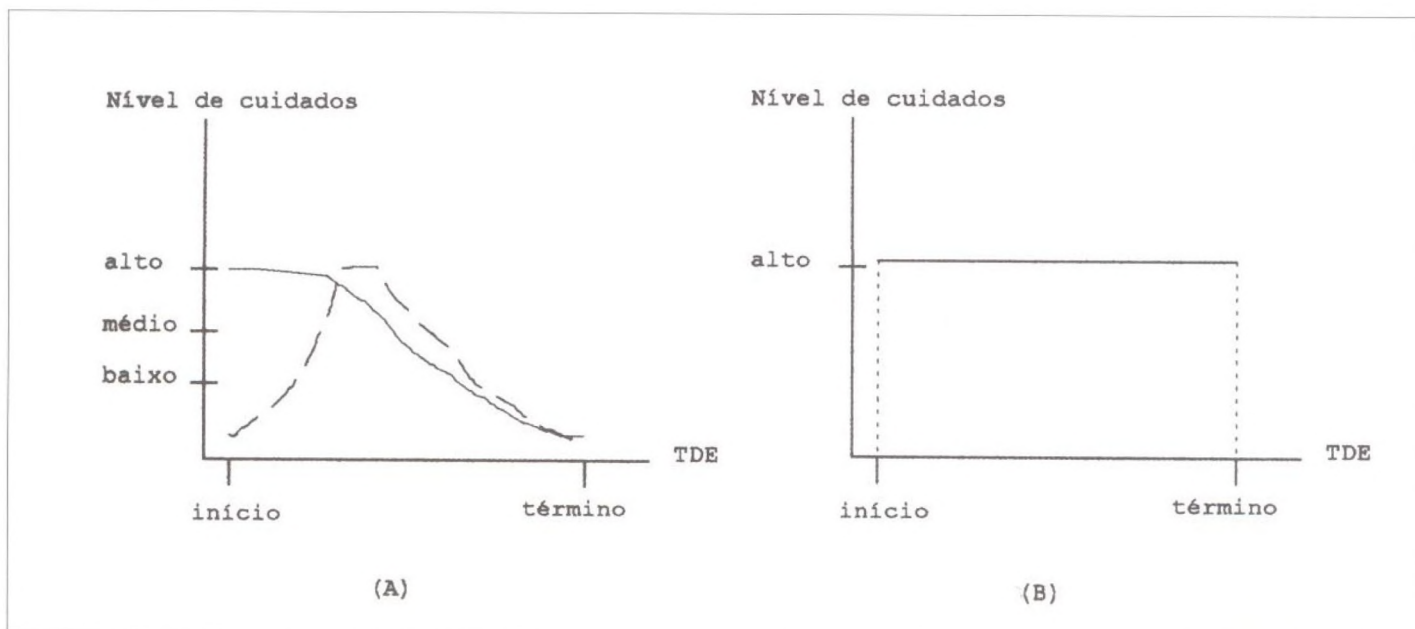


Figura 1. Nível de cuidados em relação ao tempo de estada. (A) paciente de enfermaria: eletivo (tracejado - JEFFERY, 1973) e de emergência (cheio). (B) paciente crítico em UTI.

decisão, pois tomar a decisão de apressar uma alta significa dar alta a um paciente que não tem condições de manter suas funções vitais. Por outro, postergá-la significa resistir a uma enorme pressão gerada pelos elevados custos associados aos leitos e ao desconforto representado pela permanência do paciente neste local (AGUILLAR, 1980). Na enfermaria é mais suportável o fato de se apressar ou postergar uma alta por decisão, pois as consequências não são tão sérias como no primeiro caso. Assim, a formação do TDE em enfermarias pode apresentar uma componente devida à decisão.

Outro problema, de ordem operacional, que pode contribuir para diferenças entre o estudo de TDEs de UTIs e enfermarias diz respeito ao modo como são coletados. As estimativas do TDE de enfermarias tendem a ser feitas utilizando-se o censo hospitalar, e isto acaba tornando discretos dados que são contínuos, podendo gerar grande imprecisão, em particular para as estadas mais curtas. Por exemplo, se um paciente, entrou na enfermaria às 23:50h do dia 27 e veio à óbito quinze minutos após, às 00:05h do dia 28, utilizando-se o censo hospitalar será conta-

do 1 dia de estada (24 horas), embora o TDE seja de fato 15 minutos (0.25 horas); por outro lado um paciente que tenha entrado na enfermaria às 00:10h do dia 27 e tenha vindo a óbito às 23:40h do mesmo dia, não será acusado no censo, embora tenha ocupado o leito por 23.5 horas. Por outro lado, nas UTIs, os dados a serem utilizados para a obtenção dos TDEs, são obtidos a partir do registro dos pacientes nestas unidades, no momento exato de ingresso e alta dos mesmos, o que acaba por conferir maior acuracidade à estes dados, em relação aos coletados em enfermarias.

Isto tudo pode contribuir para alterar a natureza da formação do TDE e, conseqüentemente, não se pode ter certeza se os resultados de TDEs de enfermarias possam se aplicar em UTIs, o que nos levou a procurar uma distribuição de probabilidade que pudesse descrevê-los.

II. MATERIAL E METODOS

LAVRADOR (1990) utiliza a distribuição Exponencial para o ajuste de TDEs do Centro de Terapia Intensiva do Hospital Geral de Jacarepaguá Cardoso Fontes, utilizando

um total de 925 casos, relativos a três anos de funcionamento, porém trunca alguns dados de estada exageradamente longa para conseguir ajuste. No entanto esta distribuição é responsável, indistintamente, pelos TDEs de todos pacientes da UTI, independente de características clínicas de interesse, associadas aos mesmos.

Com o objetivo de diminuir a incerteza associada a esta distribuição do TDE e trabalhar com todos dados, sem truncamentos, utilizamos os mesmos casos utilizados por LAVRADOR (1990), porém observando que uma variável clínica que exerce forte influência no tempo de estada do paciente é o diagnóstico associado ao mesmo. Com isto em mente, obtivemos os diagnósticos dos pacientes e estratificamos os TDEs em Grupos Homogêneos quanto ao Diagnóstico para proceder ao ajuste de funções densidade de probabilidade condicionadas aos mesmos. Uma vez que já se havia tentado o ajuste da distribuição exponencial à estes dados com relativo sucesso, a distribuição Weibull surge como candidata natural, pois quando a Exponencial pode possivelmente ser adequada, a Weibull possibilita maior flexibilidade para tornar o modelo suficientemente acurado para uso em análise (JOHNSON, 1966).

A distribuição Weibull é caracterizada por dois parâmetros denominados parâmetros de forma e de escala. Se representarmos o tempo de estada por T, o parâmetro de forma por α e o parâmetro de escala por β , a distribuição fica dada por:

$$f(T) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} T^{\alpha-1} e - \left(\frac{T}{\beta}\right)^\alpha, \quad T > 0$$

A média dessa distribuição, depende dos parâmetros a e b. Se o símbolo G denotar a função Gamma, ela é dada por:

$$M(T) = \beta \Gamma \left(\frac{1}{\alpha} + 1 \right)$$

O coeficiente de variação é dado por:

$$CV = \left(\frac{\Gamma \left(\frac{2}{\alpha} + 1 \right)}{\Gamma^2 \left(\frac{1}{\alpha} + 1 \right)} - 1 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Dos pacientes constantes de nosso trabalho, formamos um total de 28 Grupos Homogêneos quanto a Diagnóstico, mas como tínhamos casos de observações perdidas e, em alguns diagnósticos o número de casos era muito pequeno para possibilitar uma análise, o trabalho levou em consideração somente 13 Grupos Homogêneos quanto ao Diagnóstico.

A hipótese de que cada grupo de TDEs segue uma distribuição de Weibull, contra a hipótese de que não segue esta distribuição, foi testada usando-se os testes de ajustamento do Qui-quadrado, e o de Kolmogorov-Smirnov, que independe do número de intervalos de classe (ANG, 1975). Estes testes foram realizados usando-se um pacote estatístico, Statgraph 6.0.

Os resultados dos diagnósticos que tem um número de casos maior, tendem a ser mais confiáveis que os que possuem um menor número de casos. Por isto apresentamos o número de casos disponíveis, para cada Grupo Homogêneo quanto ao Diagnóstico, bem como, o número de graus de liberdade com que foi conduzido o teste do Qui-quadrado.

Uma característica de tempos de estada que tem implicações no planejamento hospitalar, é a grande variabilidade inerente aos mesmos. Uma maneira de julgarmos a adequação ou não de uma dada distribuição para uso em determinado planejamento hospitalar é conhecermos seu coeficiente de variação (CV). Por esta razão, para cada diagnóstico, o coeficiente de variação do TDE associado também foi apresentado.

III. RESULTADOS

Na Tabela 1, para cada grupo de diagnóstico selecionado, apresentamos as estimativas de máximo-verossimilhança dos parâmetros de forma e de escala da função densidade de probabilidade do TDE associado e as médias de cada grupo, calculadas com base na fórmula apresentada. Estes cálculos e as estimativas dos coeficiente de variação, foram efetuados através de um programa em linguagem C++, desenvolvido para esta finalidade, sendo que, a metodologia utilizada para as estimativas dos parâmetros foi a de Newton-Raphson descrita em HARVEY (1983).

Na Tabela 2, apresentamos para cada diagnóstico, o número de casos (n), o p-value obtido no teste Qui-quadrado (χ^2), o número de graus de liberdade com que foi

conduzido o teste Qui-quadrado (GL), o p-value obtido no teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S), e o coeficiente de variação (CV) de cada distribuição.

IV. DISCUSSÃO E COMENTARIOS

A forma da função densidade de probabilidade da distribuição Weibull, varia de acordo com seu parâmetro de forma, mas de um modo geral, é mais marcante, quando este é maior ou menor que 1. Se o parâmetro de forma for maior que 1, a função densidade de probabilidade tem um pico após o qual tende para zero; por outro lado se este parâmetro estiver entre zero e um, ela não apresenta pico e vai decrescendo para zero.

A título de ilustração, na figura 2, apresentamos os gráficos destas funções

Tabela 1. Distribuições de Probabilidades para os Tempos de Estada.

Diagnóstico	Forma	Escala	Média
Coma	0.795	4.082	4.646
Choque	0.626	2.445	3.489
Insuficiência Respiratória Aguda	0.726	5.464	6.689
Acidente Vascular Encefálico/Cerebral	0.863	5.988	6.454
DPOC	1.012	8.064	8.024
SEPSE/SEPSIS	0.819	6.135	6.838
Intoxicação	0.769	5.494	6.411
Pós-operatório Normal	0.967	5.494	5.576
Pós-operatório Imediato	1.092	4.001	3.870
Diabetes	1.090	6.212	6.012
Abdômem Agudo	0.813	3.484	3.903
Insuficiência Renal	0.803	6.117	6.911
Hemorragia Digestiva	0.721	4.219	5.197

Tabela 2. Alguns Parâmetros associados às Distribuições de Probabilidade dos TDEs.

Diagnóstico	n	χ^2	GL	K-S	CV
Coma	28	0.19	1	0.99	1.27
Choque	82	0.20	2	0.22	1.67
Insuficiência Respiratória Aguda	135	0.66	3	0.27	1.40
Acidente Vascular Encefálico/Cerebral	139	0.20	6	0.65	1.16
DPOC	78	0.44	5	0.66	0.99
SEPSE/SEPSIS	153	0.01	5	0.59	1.23
Intoxicação	32	0.21	1	0.98	1.32
Pós-operatório Normal	117	0.63	3	0.34	1.03
Pós-operatório Imediato	38	0.45	2	0.87	0.92
Diabetes	100	0.21	6	0.70	0.92
Abdômem Agudo	26	0.06	1	0.94	1.24
Insuficiência Renal	61	0.81	3	0.85	1.25
Hemorragia Digestiva	40	0.14	2	0.97	1.41

densidade para os casos de choque e de pós-operatório imediato, que contém respectivamente, o menor e o maior parâmetro de forma. Os casos em que o mesmo é menor que 1, serão semelhantes ao choque e os casos em que o mesmo é maior que 1, serão semelhantes ao pós-operatório imediato. Ainda a título de ilustração, examinando-se os TDEs relativos a estes dois diagnósticos vemos que, apesar de suas médias serem quase iguais (3.489 e 3.870) a forma das funções densidades dos dois são diferentes e seu exame fornece informação adicional, que não poderia ser obtida das médias. Por exemplo, calculando as áreas sob elas, para a UTI considerada, podemos obter que a probabilidade de um paciente de choque permanecer na mesma por mais de quatro dias é 25.7% ao passo que a de um paciente de pós-operatório imediato é 36.8%, informação esta que não poderia ser obtida com um simples exame da média. Este exemplo é bastante elucidativo e mostra somente uma das vantagens de sua utilização em relação à média, mas seu pleno potencial pode ser obtido quando incorporadas diretamente no

desenvolvimento de Sistemas de Informação Hospitalares mais complexos que os atuais, para minimização de custos, alocação de recursos, previsão da demanda a longo prazo, etc.

V. CONCLUSÃO

A utilização de funções densidade de probabilidade de TDEs em planejamento e gerenciamento hospitalar incorpora informação adicional às obtidas somente com a utilização das médias dos TDEs.

Ào nível de significância de 1%, a distribuição Weibull não foi rejeitada em nenhum dos casos examinados para os dados de tempo de estada de UTI, estratificados em Grupos Homogêneos quanto ao Diagnóstico apresentando-se como um novo recurso para modelagem em Sistemas de Apoio à Decisão para UTIs, sendo interessante porém que, nos diagnósticos em que o número de casos e o número de graus de liberdade sejam pequenos, novos testes sejam realizados quando se dispuser de um maior número de casos.

Vale lembrar que a sistemática de

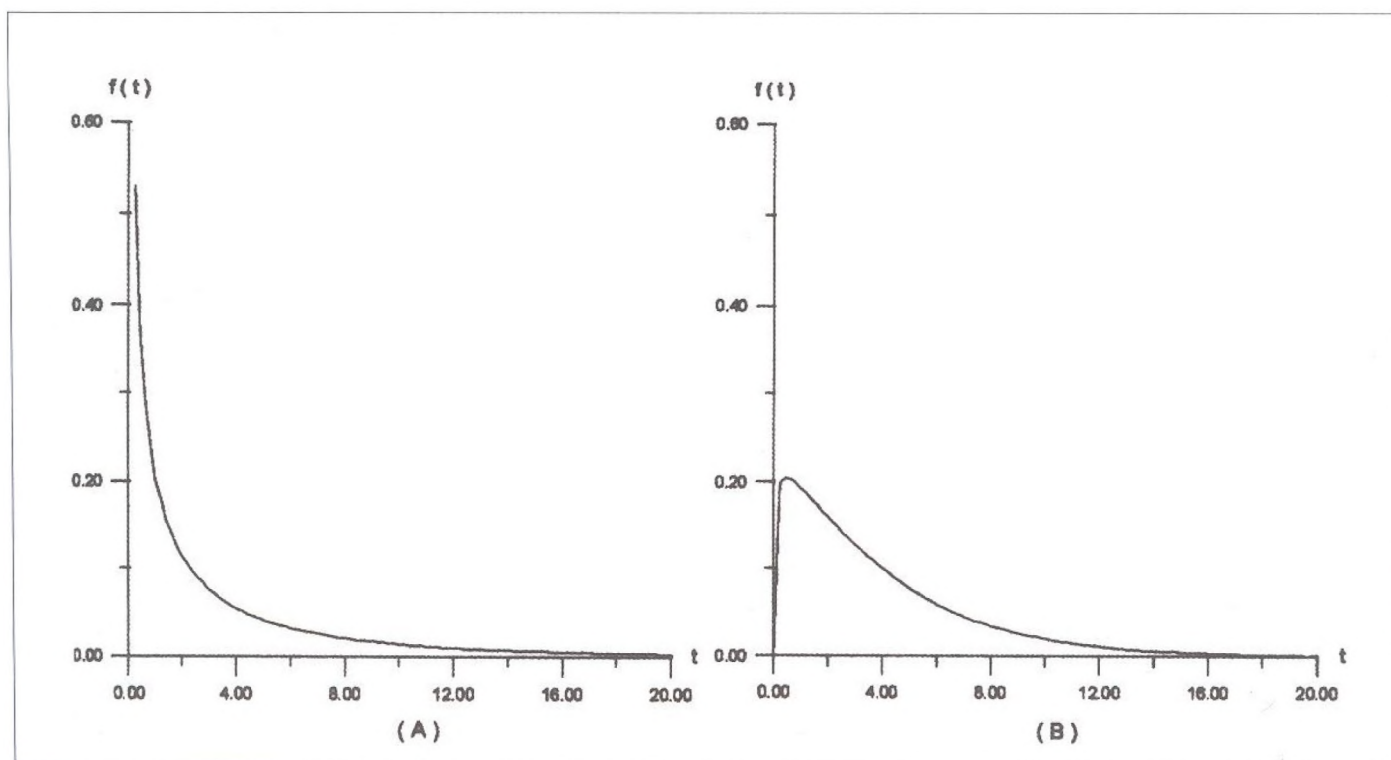


Figura 2. Funções Densidade de Probabilidade Weibull para o TDEs: (A) Choque. (B) Pós-operatório Imediato.

gerenciamento das UTIs, pode variar de hospital para hospital, o que pode levar a variações nos TDEs para cada hospital considerado que, por sua vez, pode acarretar variações nos parâmetros obtidos.

Por outro lado, estes resultados inovam no estudo de distribuições de TDEs em UTIs, assunto pouco explorado na literatura; além de enfocar um novo ângulo do problema que é sua associação com diagnósticos dos pacientes.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguillar, Olga Maimoni Centro de Terapia Intensiva, Enfermagem Atual, Rio de Janeiro, Brasil, 13(3):14-15, 1980.
- Alfredo-Filho, Francisco Estimativas de Modelos para Tempo de Estadia de Pacientes em Hospitais, Dissertação (Mestrado), I.M. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil., 1987, 210 p.
- Ang, Alfredo, H. S.; Tang, Wilson H. Probability Concepts in Engineering Planning and Design, 1ª Edic. New York, John Wiley & Sons, Inc. 1975, pp.274-285.
- Balintfy, Joseph L. A Stochastic Model for the Analysis and Prediction of Admissions and Discharges in Hospitals, In: Management Sciences Models and Techniques - vol. 2, 1ª Edic. New York, Pergamon Press, 1960, pp.288-299.
- Boldy, D. Admission, Discharge and Utilization of Inpatient Facilities, Review of Operations Research Studies, Glasgow, 3:14-20, 1976.
- Ellis, Margaret; Stroustup, Bjarne C++ Manual e Referência Comentado, 1ªediç. Rio de Janeiro, Brasil, Editora Campus Ltda.,1983, 546 p.
- Fottler, Myron D.; Hernández, S. Robert; Joiner, Charles L. Strategic Management of Human Resources in Health Services Organizations. 1ª Edic. New York, EUA. Delmar Publishers Inc., 1988, 454 p.
- Gonçalves, Ernesto Lima O Hospital e a Visão Administrativa Contemporânea, 1ªEdiç. São Paulo. Pioneira Editora, 1983, 282 p.
- Harvey, Andrew C. The Econometric Analysis of Time Series, 1ªedic. London, Philip Allan Publishers Limited, 1983, pp.127-136.
- Jeffery, I.J. *et al.* A Method of Evaluating the Use Made of Hospital Beds, International Journal of Health Services, 3(2):245-52, 1973.
- Johnson, Norman L.; Kotz, Samuel Continuous Univariate Distributions-1, 1ª Edic. New York, John Wiley & Sons, Inc. 1976, pp.250-271.
- Lavrador, Marco Aurélio Sicchiróli. Um Sistema de Informação para UTI com Ênfase em Processos de Renovação, Tese (Doutorado), Programa de Engenharia de Produção, COPPE-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 1990, 507 p.
- Robson, Gordon H. *et al.* The Physician as an Estimator of Hospital Stay, Human Factors, 8(3):201-8, June, 1966.
- Whitmore, G.A. The Inverse Gaussian Distribution as a Model of Hospital Stay, Health Services Research, 10(5):297-302, 1975.