

# Ferramentas Computacionais para Análise de Dados no Auxílio à Gestão Hospitalar na Região de Ribeirão Preto

Isabelle Carvalho<sup>1,3</sup>, André L. T. Vinci<sup>1,3</sup>, Natália S. Chiari<sup>2,3</sup>, Newton S. B. Miyoshi<sup>3</sup>, Thiago F. F. Dias<sup>2,3</sup>, Julio C. B. Souza<sup>2</sup>, Milton R. Laprega<sup>3,4</sup>, Domingos Alves<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Saúde na Comunidade - Departamento de Medicina Social - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) - Universidade de São Paulo (USP). Ribeirão Preto, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia (EESC/FMRP/IQSC) - Universidade de São Paulo (USP). São Carlos, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Observatório Regional de Atenção Hospitalar (ORAH) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) - Universidade de São Paulo (USP). Ribeirão Preto, SP, Brasil.

<sup>4</sup> Departamento de Medicina Social - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) - Universidade de São Paulo (USP). Ribeirão Preto, SP, Brasil.

{isabelle.carvalho, altvinci, natalia.chiari, newton.sbm, tdias, juliobsouza}@usp.br, {mlaprega, quiron}@fmrp.usp.br,

**Abstract.** *The Regional Health Care Observatory (Observatório Regional de Atenção Hospitalar – ORAH) processes data from 34 hospitals at Ribeirão Preto’s region through a web portal. This article describes the set of computational tools for data analysis contained in ORAH. Indeed, the presented tools include innovative analytical methods in hospital context allowing levels of temporal and spatial data disaggregation. The article also describes how these tools interactively transform the data in information needed in health management bringing support to the multiples users who have heterogeneous interests.*

**Resumo.** *O Observatório Regional de Atenção Hospitalar (ORAH) processa dados de 34 hospitais na região de Ribeirão Preto por meio de um portal web. Este artigo descreve o conjunto de ferramentas computacionais de análise dos dados contido no ORAH. Com efeito, as ferramentas apresentadas englobam métodos analíticos inovadores no contexto hospitalar, permitindo níveis de desagregação dos dados temporal e espacialmente. O artigo ainda descreve como essas ferramentas transformam os dados em informações para a gestão em saúde de maneira interativa, atendendo a múltiplos usuários com interesses heterogêneos.*

## 1. Introdução

Atualmente, na área da saúde, milhares de dados são produzidos a cada minuto e esse grande volume deve ser explorado para a geração de informações mais confiáveis.

Particularmente, na região de Ribeirão Preto são processadas anualmente por volta de 170 mil internações hospitalares [Pessotti *et al.*, 2012]. A pesquisa em saúde é articulada para obter as melhores práticas de gestão dessa área, provendo conceitos e medidas capazes de auxiliar nos diferentes problemas inerentes a saúde pública. Entretanto, essas facilidades geralmente não são conhecidas pelos gestores, deixando o serviço em desvantagem. Para facilitar o processamento e interpretação dessas informações, um caminho viável é a utilização de análises estatísticas e indicadores de desempenho gerados com o auxílio da computação. Com isso, o desenvolvimento de ferramentas computacionais com foco na gestão proporcionará aos serviços de saúde a obtenção de respostas mais rápidas e confiáveis para a tomada de decisões.

Diante deste cenário, em 2009 surgiu o Observatório Regional de Atenção Hospitalar - ORAH, uma iniciativa da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo por meio do Departamento Regional de Saúde de Ribeirão Preto (DRS-XIII) em parceria com a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP), cujo objetivo principal é garantir que as informações em saúde, sobretudo sobre assistência hospitalar, ganhem em qualidade com desdobramentos para a assistência, gestão e pesquisa em saúde. Para isso, são utilizados dados de internações hospitalares provenientes da Folha de Alta Hospitalar e qualificados pelo Centro de Processamento de Dados Hospitalares (CPDH) da FMRP. O CPDH surgiu em 1969 com o objetivo de coletar, processar e garantir a qualidade das informações de internação hospitalar através de protocolos internos de verificação e correção de inconsistências. Atualmente, o CPDH é conveniado a 34 hospitais localizados no DRS-XIII e processa anualmente cerca de 170 mil internações hospitalares, dos quais 60% são financiadas pela assistência pública provida pelo SUS [Pessotti *et al.*, 2012].

Particularmente, o ORAH possui seis ferramentas computacionais desenvolvidas especificamente para subsidiar o arranjo das informações hospitalares a fim de auxiliar na tomada de decisão de médicos e gestores de saúde. Essas ferramentas podem ser classificadas em duas categorias computacionais analíticas, a primeira que permite a seus usuários realizarem consultas e análises sofisticadas em seus dados, incluindo simulações, construção de cenários hipotéticos e análises de tendências; e a segunda, amplamente conhecida como mineração de dados, que permite, por meio de uma intensa análise do relacionamento existente entre os dados armazenados, a descoberta de informações que podem ser valiosas para o auxílio das estratégias de negócios em saúde [Bispo e Gibertoni, 2001].

## **2. Objetivo**

Apresentar as ferramentas computacionais acopladas ao ORAH e descrever as análises dos dados que elas provêm para diferentes tipos de usuários possíveis, a saber: pesquisadores e gestores hospitalares, municipais e estaduais.

## **3. Materiais e Métodos**

Os dados utilizados pelas ferramentas são obtidos das 27 variáveis contidas na Folha de Alta Hospitalar e do Censo das Enfermarias, fornecidos pelos hospitais da região. Uma verificação sistemática desses dados é feita previamente para evitar a existência de informações não preenchidas ou então preenchidas incorretamente ao final do processamento. Toda uma equipe mantém e utiliza uma série de protocolos de auditoria de dados, de maneira a evitar essas inconsistências. Algumas características desta base

de dados são o registro dos dados pessoais do paciente, diagnóstico principal, comorbidades e procedimentos realizados para cada internação e também a presença de informações oriundas de hospitais públicos, mistos e privados da região. Seu armazenamento é feito em um banco de dados relacional que é gerenciado pelo Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGDB) PostgreSQL<sup>®</sup> (2013)

A união da tecnologia com o contexto hospitalar partiu da necessidade de se embasar com rapidez e confiabilidade as decisões de saúde. Assim, foram criadas as seguintes ferramentas para a manipulação dos dados pelos usuários: (i) Fluxo de Altas, que evidencia o deslocamento de pacientes de acordo com sua procedência e sua alta por meio de mapas e tabelas [Scarpin *et al.*, 2007; JCR, 2008]; (ii) Indicadores Hospitalares, que provê o cálculo automatizado de 31 indicadores hospitalares de mortalidade, morbidade, volume e utilização, cujo objetivo é observar e comparar as taxas desses índices entre os municípios [Dias, 2011]; (iii) Perfis Nosológicos, que destaca as internações relacionadas a um conjunto de doenças permitindo, assim, a análise de incidência e/ou prevalência da morbidade na comunidade [Barbosa Jr *et al.*, 2012]; (iv) Doenças Sensíveis à Atenção Básica, que provê as internações das morbidades relacionadas à atenção primária facilitando a identificação das taxas de internações que poderiam ser evitadas com o fortalecimento da atenção básica [Alfradique *et al.*, 2009; Brasil, 2008]; (v) Predição de Risco de Óbito pelo Índice de Comorbidade de Charlson, que disponibiliza a visualização do risco de morte dos pacientes por meio de suas comorbidades [Charlson *et al.*, 1987; Charlson *et al.*, 1996] e (vi) Procedimentos Médicos, que fornece as internações em que foram realizados determinados procedimentos cirúrgicos permitindo, assim, o confrontamento entre recursos utilizados e procedimentos realizados [Associação Médica Brasileira, 2008; ANS, 2010].

Com isso, a manipulação desses dados teve o intuito de tornar viável a extração do máximo possível de informações que subsidiassem a rotina hospitalar gerando relatórios interativos construídos por meio de tecnologias web. Cinco das ferramentas foram desenvolvidas com a linguagem *Hypertext Preprocessor* [PHP<sup>®</sup>] (2013) devido a sua adequação para desenvolvimento web e a facilidade de integração com a tecnologia *HyperText Markup Language* [HTML] (2013) e *Cascading Style Sheets* [CSS] (2013). As linguagens de marcação HTML e CSS em conjunto com as bibliotecas *javascript* jQuery (2013) e Highcharts (2013) foram usadas para a construção das interfaces gráficas e dos relatórios resultantes das ferramentas. A ferramenta de Indicadores Hospitalares foi desenvolvida anteriormente utilizando-se a tecnologia JavaEE [Oracle 2013a] e, posteriormente, foi acoplada ao portal utilizando das linguagens de marcação HTML e CSS, em conjunto com as bibliotecas *javascript* jQuery (2013) e Highcharts (2013), para construção de interfaces, relatórios e gráficos sendo que sua integração ao gerenciador de base de dados PostgreSQL<sup>®</sup> (2013) foi feita com o uso da API Java Database Connectivity (JDBC) [Oracle, 2013b] e do PostgreSQL JDBC Driver (2013).

Uma vez que as informações sobre as afecções principal e secundárias, as quais descrevem a situação do paciente nas internações, representam o foco principal na construção das ferramentas e também na gestão em saúde, utilizou-se a Classificação Internacional de Doenças 10<sup>a</sup> Revisão (CID-10) na sua codificação. Já os procedimentos médicos realizados nas internações foram codificados pelo ICD9-CM (*International Classification of Diseases, 9<sup>th</sup> Revision, Clinical Modification*) e/ou a partir da tabela de procedimento SUS.

Para construção dos mapas resultantes das análises de Fluxo de Altas, foram obtidas as coordenadas geográficas das fronteiras dos municípios a partir do software Spring (2013), bem como seus respectivos centros geográficos, e estes foram convertidos para coordenadas cartesianas dentro de uma imagem contendo o mapa do DRS-XIII. Conhecendo as coordenadas dos centros geográficos de cada município, foi possível construir um visualizador de fluxo em forma de grafo utilizando os dados de internações hospitalares do ORAH.

Houve também a iniciativa de se “popularizar” alguns conceitos hospitalares comuns na literatura, porém pouco utilizados como apoio a decisão, como, por exemplo, o índice de comorbidade de Charlson, usado para definir riscos ao paciente. A ferramenta de Risco de Óbito pelo Índice de Comorbidade de Charlson calcula automaticamente o índice preconizado por Charlson [Charlson *et al.*, 1987; Charlson *et al.*, 1996] que provê o risco do paciente vir a falecer independente de sua afecção principal e proporcionando aos usuários esses riscos para que eles possam mapear a situação de gravidade de seus pacientes.

No desenvolvimento destas ferramentas objetivou-se garantir que os usuários tivessem a liberdade de navegar e manipulá-las de maneira interativa, ou seja, foram disponibilizadas diferentes maneiras de se agrupar os dados. Para isso, desenvolveram-se filtros que permitem a desagregação espacial (buscas por região, microrregiões, municípios ou por um hospital em particular) e temporal dos dados, já que o ORAH tem dados disponíveis desde 2002. Assim, os resultados apresentados podem ser avaliados de forma histórica e com rapidez. Além disso, é possível realizar outros tipos de agregações dos dados nas consultas, como o agrupamento por: (i) sexo; (ii) faixa etária; (iii) capítulo CID envolvido; (iv) condição de saída do paciente (óbito, fuga, a pedido, transferência ou ordem médica) ou (v) fonte de financiamento (SUS ou não SUS).

Devido à característica sigilosa das informações presentes no portal, nenhum dado que possa identificar os pacientes é informado e o acesso às ferramentas é controlado por níveis de usuários onde somente pessoas autorizadas podem manipulá-las.

#### **4. Resultados e Discussões**

Todas as ferramentas anteriormente apresentadas fazem parte do portal do ORAH (orah.dyndns.org). A seguir serão apresentados possíveis resultados gerados em tempo real pela execução das ferramentas.

A utilização da ferramenta de Fluxo de Altas é exemplificada pela Figura 1. Esta ferramenta permite aos usuários do ORAH gerar mapas e tabelas de fluxos a partir do preenchimento de diferentes perfis de filtros, além de permitir a análise da hierarquia de fluxos na região focada no paciente e em seu trajeto na rede. A facilidade de navegação e organização dos dados é proporcionada pelos filtros presentes do lado esquerdo da figura. Os campos de filtros foram padronizados iniciando-se pela escolha da data de referência (mês e ano), procedência e destino (mediante a escolha da microrregião e municípios pertencentes ao DRS-XIII), capítulos CID-10, faixa etária, sexo, categorias de internação (SUS, não SUS e ambos), condição de saída e forma de apresentação do resultado (mapa ou tabela).

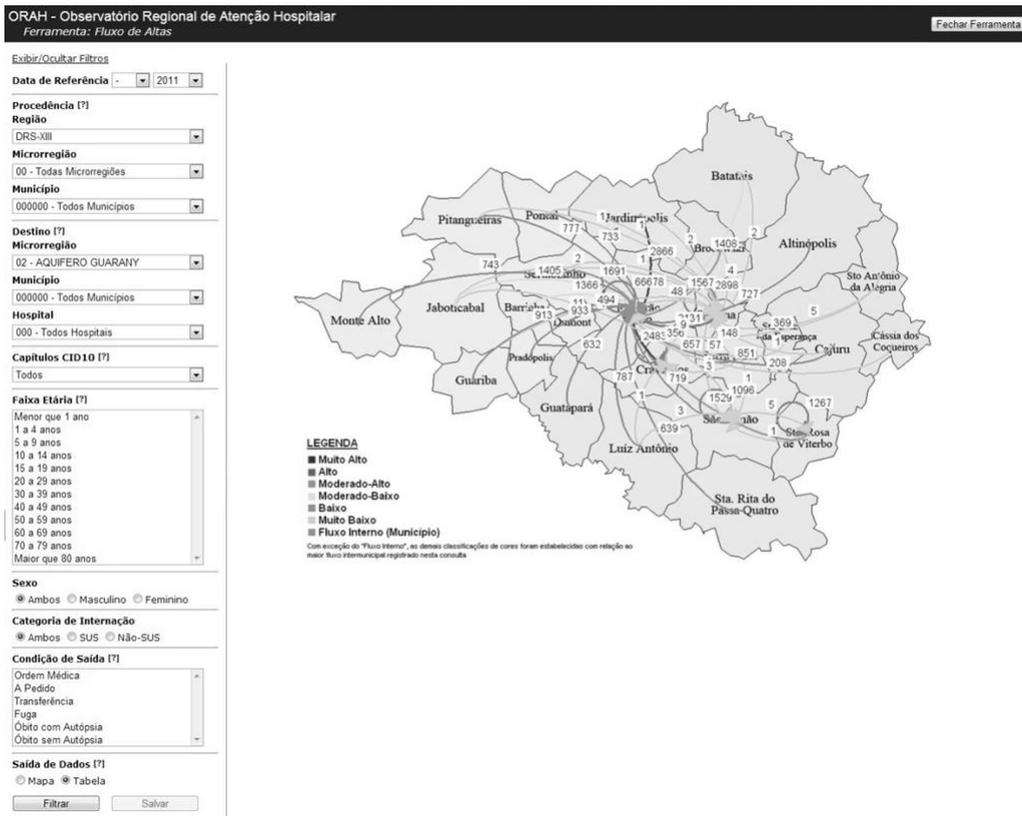


Figura 1. Exemplo de consulta da Ferramenta Fluxo de Altas. Resultado mostrado por meio de mapa.

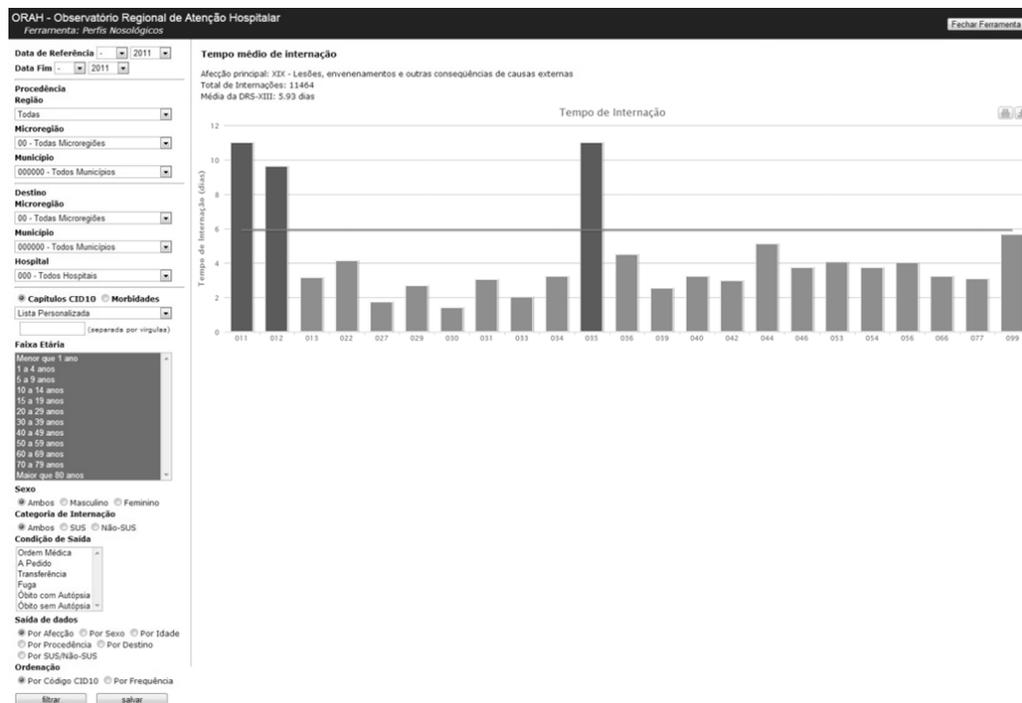
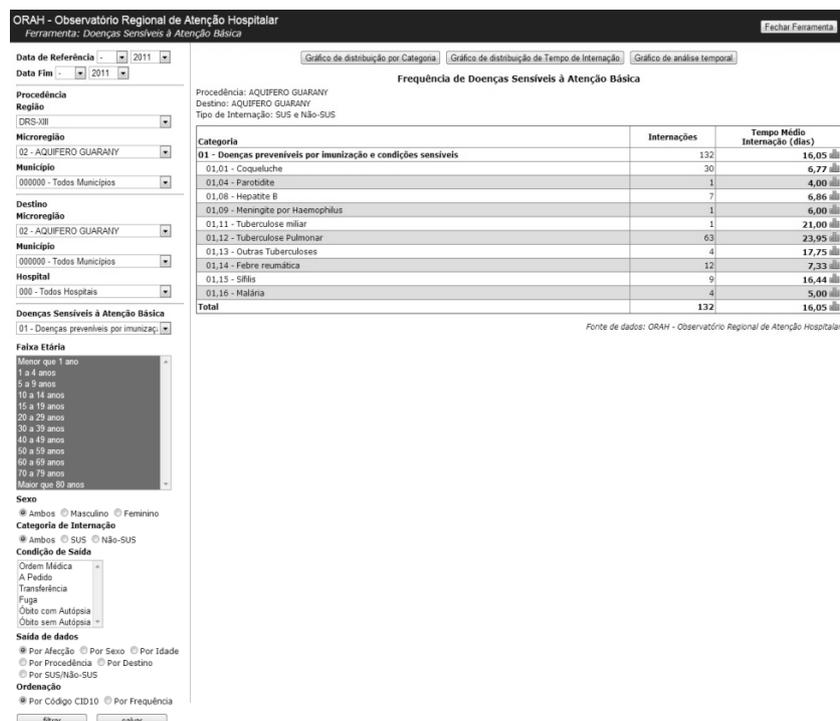


Figura 2. Exemplo de consulta da Ferramenta Perfil Nosológico. Resultado mostrado por meio de gráfico de distribuição do tempo médio de internação.

A utilização da ferramenta de Perfis Nosológicos é mostrada na Figura 2. Com o preenchimento de parâmetros simples, obtém-se a frequência de internação de acordo

com a afecção principal descrita pelo CID-10. As características do resultado podem ser escolhidas pelos filtros padronizados, sendo eles: o período que os dados se referem, a procedência e o destino dos pacientes, a causa da internação, a faixa etária, o sexo, a categoria de internação, a condição de saída e a forma e ordem de exibição dos dados resultantes. Após a execução da ferramenta, é possível a visualização das informações de forma simples e de fácil interpretação a partir de uma tabela e também de gráficos interativos sobre distribuição de frequência e análise de série temporal.

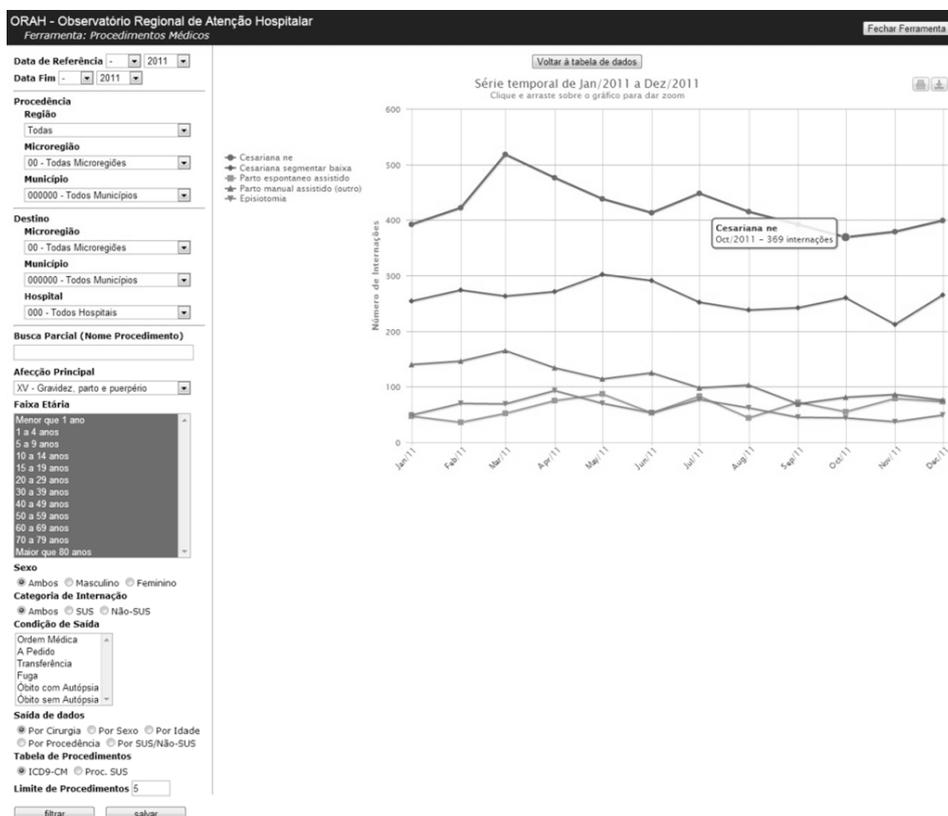
A Figura 3 apresenta a ferramenta de Doenças Sensíveis à Atenção Básica, que proporciona aos gestores a visualização dinâmica das doenças relacionadas à atenção primária que afetam a região de Ribeirão Preto. A ferramenta permite visualizar as internações por doenças associadas à atenção primária por meio de gráficos e tabelas. Os resultados são definidos pelo preenchimento de filtros. Estes filtros permitem a escolha do período o qual os dados se referem, a procedência e o destino dos pacientes, a escolha da categoria da doença sensível à atenção básica que motivou a internação, a faixa etária, o sexo, a categoria de internação, a condição de saída e a forma e ordem de exibição dos dados resultantes.



**Figura 3. Exemplo de consulta da Ferramenta Doenças Sensíveis à Atenção Básica. Resultado mostrado por meio de tabela com o número de internação e o tempo médio da mesma para cada morbidade.**

O uso da ferramenta de Procedimentos Médicos é exemplificado na Figura 4. Tal aplicação permite ao usuário do portal identificar e obter o número de procedimentos médicos executados na região, a distribuição dos mesmos por categoria e o tempo médio de internação para cada um deles a partir de tabelas e gráficos. Adicionalmente, a ferramenta também fornece análise de séries temporais. Assim como as demais ferramentas, esses resultados são obtidos a partir do preenchimento de filtros que permitem escolher o período ao qual os dados se referem, a procedência e o destino dos pacientes submetidos aos procedimentos, um procedimento específico ou as

afecções a que eles estão relacionados, a faixa etária, o sexo, a categoria de internação, a condição de saída, a forma e ordem de exibição dos dados resultantes e o limite de procedimentos a serem exibidos.



**Figura 4. Exemplo de consulta da Ferramenta Procedimentos Médicos. Resultado mostrado por meio de gráfico de série temporal.**

A Figura 5 exibe o relatório de execução da Ferramenta Predição de Risco de Óbito pelo Índice de Comorbidade de Charlson (ICC) a partir de uma tabela contendo a taxa de mortalidade para cada nível de ICC obtidos. Devido às características particulares do índice, foram acrescentados filtros específicos aos já utilizados no portal, permitindo escolher o período da internação em que será realizado o cálculo, a escolha dos hospitais cujos dados serão analisados, a faixa etária, o sexo, a categoria das internações (SUS, não SUS ou ambos), se análise será sobre os óbitos e/ou sobrevida e os níveis de gravidade abrangidos.

A Figura 6 apresenta o relatório da execução da ferramenta de Indicadores Hospitalares para a região de Ribeirão Preto. Assim como as outras ferramentas, a definição de filtros permite a escolha de um indicador de interesse identificado pela sua categoria e nome, o período da internação em que o referido indicador será calculado, a escolha dos hospitais cujos dados serão analisados e a categoria das internações (SUS, não SUS ou ambos). O resultado é mostrado por meio de uma tabela com os indicadores obtidos para as localidades selecionadas nos filtros. Conforme mostra a figura, também é possível visualizar as informações resultantes por meio de gráficos de sequência e de pontos, os quais podem incluir estatísticas adicionais, como média, desvio e erro padrão; e informações sobre a distribuição dos dados, como a mediana, os quartis superior e inferior e o valor mínimo e máximo específicos.

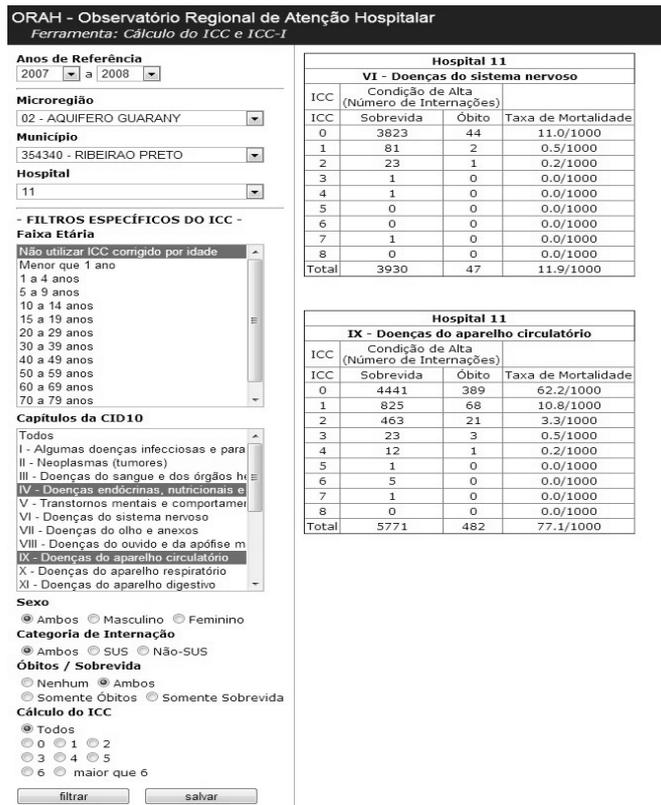


Figura 5. Exemplo de consulta da Ferramenta Predição de Risco de Óbito pelo ICC. Resultado mostrado por meio de tabela com níveis de gravidade e taxas de mortalidade calculados.

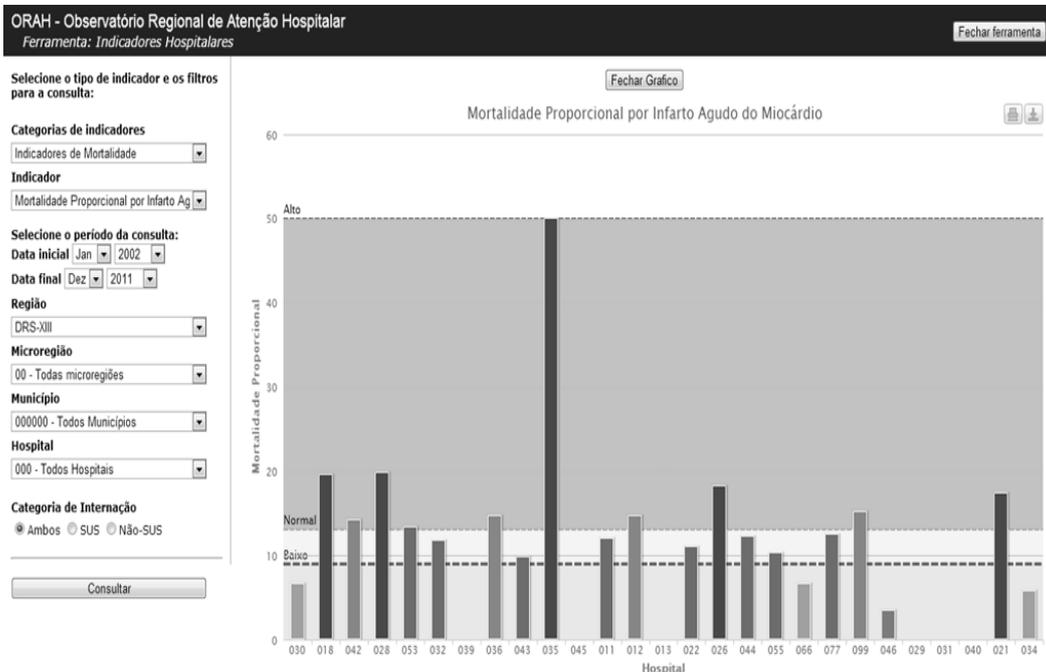


Figura 6. Exemplo de consulta da Ferramenta Indicadores Hospitalares. Resultado mostrado por meio de gráfico de sequência da média e erro padrão.

## 5. Conclusão

A utilização das ferramentas pelos gestores no suporte à decisão em saúde permite a visualização do panorama da atenção hospitalar na sua região, município ou estabelecimento, auxiliando na elucidação de perguntas como: Quantos pacientes atendidos no município não residem na cidade? Quantos pacientes uma cidade atende em média? Qual a taxa de mortalidade de infarto nesse município? Quanto tempo em média um paciente ficou internado com uma morbidade específica? Quais as doenças com maior incidência na região? Quantos pacientes existem com maior risco de óbito? Onde os pacientes com maior risco de morrer são tratados? Quantos pacientes sofreram um procedimento específico?

As ferramentas apresentadas tiveram uma alta adesão dos usuários. É importante ressaltar que elas foram construídas em conjunto aos gestores a fim de atender as necessidades dos mesmos, ou seja, a partir de requisitos levantados pelos próprios gestores do que precisava ser feito para facilitar a rotina hospitalar.

Espera-se que com trabalhos futuros outras ferramentas sejam desenvolvidas e incluídas no portal possibilitando um auxílio ainda maior no contexto hospitalar, trazendo segurança e confiabilidade para os gestores se embasarem em estatísticas e poderem acompanhar a evolução de seus recursos em tempo real para a rápida tomada de decisão.

## 6. Referências

- Alfradique, M. E. *et al.* (2009) “Internações por condições sensíveis à atenção primária: a construção da lista brasileira como ferramenta para medir o desempenho do sistema de saúde (Projeto ICSAP - Brasil)”, *Cad. Saúde Pública* [online], ISSN 0102-311X, vol.25, n.6, pp. 1337-1349.
- ANS – Agência Nacional de Saúde Suplementar (2010). Terminologia Unificada da Saúde Suplementar - Procedimentos Médicos, anexo da Instrução Normativa – In Nº 44 de 9 de Setembro de 2010, Diretoria De Desenvolvimento Setorial, ANS, Brasília, DF.
- Associação Médica Brasileira (2008) Classificação Brasileira Hierarquizada de Procedimentos Médicos. Setembro, 5ª ed., São Paulo, ISBN 85-89073-03-3.
- Barbosa Jr, F., Pessotti, H., Mazzer, G., Chiari, N. S. e Alves, D. (2012) Ferramenta de Perfil Nosológico e subsídios para a construção de mapas regionais da saúde, In: Anais do XIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, Novembro de 2012, Curitiba, PR, <http://www.sbis.org.br/cbis2012/arquivos/855.pdf>.
- Bispo, C. A. F. e Gibertoni, D. (2001) Ferramentas Computacionais Analíticas para o Suporte ao Gerenciamento Estratégico dos Negócios nas Micro e Pequenas Empresas do Brasil, In: Anais do XXI Encontro Nacional de Engenharia da Produção - ENEGEP 2001 (CD-ROM), Faculdade de Tecnologia e Ciências, Salvador, BA.
- Brasil (2008) Lista Brasileira de Internações por Condições Sensíveis à Atenção Primária, anexo da portaria n. 221 de 17 abril 2008, Ministério da Saúde (MS), Brasília, DF.

- Charlson, M. E., Pompei, P., Ales, K. L. e Mackenzie, C. R. (1987) “A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation”, *J Chronic Dis*, v. 40, p. 373-383.
- Charlson, M. E., Szatrowski, T. P., Peterson, J. e Jeffrey, G. (1996) “Validation of a combined comorbidity index”, *J Clin Epidemiol*, v. 47, p. 1245-51.
- CSS (2013) Homepage em <http://www.w3.org/Style/CSS/>, Março.
- Dias, T. F. F. (2011) Desenvolvimento de um Sistema Informatizado para Visualização e Análise de Indicadores de Qualidade Hospitalar. Monografia (Conclusão de Curso), Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP.
- Highcharts JS (2013) Homepage disponível em <http://www.highcharts.com/products/highcharts>, Março.
- HTML (2013) Homepage em <http://www.w3.org/html/>, Março.
- JCR - Joint Commission Resources (2008) Gerenciando o fluxo de pacientes: estratégias e soluções para lidar com a superlotação hospitalar. 1ª ed., Editora Artmed, 176 p., ISBN 9788536313429.
- Jquery (2013) Homepage disponível em <http://jquery.com/>, Março.
- Oracle (2013a) “Java Enterprise Edition”, Homepage disponível em <http://www.oracle.com/technetwork/java/javae/documentation/index.html>, Março.
- Oracle (2013b) “JDBC API”, <http://www.oracle.com/technetwork/java/index.html>, Março
- Pessotti, H., Mazzer, G., Barbosa Jr, F., Chiari, N. S. e Alves, D. (2012) Portal ORAH: Ferramentas para Exploração de Informações de Internações Hospitalares, In: Anais do XIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, novembro de 2012, Curitiba, PR, <http://www.sbis.org.br/cbis2012/arquivos/390.pdf>.
- PHP (2013) “Manual do PHP”, [http://php.net/manual/pt\\_BR/index.php](http://php.net/manual/pt_BR/index.php), Março.
- PostgreSQL (2013) “PostgreSQL”, <http://www.postgresql.org/>, Março.
- PostgreSQL JDBC Driver (2013), “PostgreSQL JDBC Driver”, <http://jdbc.postgresql.org/documentation/head/intro.html>, Março.
- Scarpin, C. T., Steiner, M. T. A., Dias, G. J. C., Wilhelm, V. E. e Steiner Neto, P. J. (2007) Técnicas da Pesquisa Operacional aplicadas na Otimização do Fluxo de Pacientes do Sistema Único de Saúde do Estado do Paraná. In TEMA: Tendências em Matemática Aplicada e Computacional, v. 8, p. 299-308.
- Spring (2013) Homepage disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring/index.html>, Março.