



## SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS (SIG): FERRAMENTA DE MONITORAMENTO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS) E DOS CUSTOS DE TRATAMENTO

Recebido: 05/03/2013

Aprovado: 06/05/2013

<sup>1</sup>Vania Elisabete Schneider

<sup>2</sup>Nilva Lúcia Rech Stedile

<sup>3</sup>Marcio Bigolin

<sup>4</sup>Janini Cristina Paiz

### RESUMO

Um dos principais desafios da gestão de resíduos sólidos tem sido implantar e aperfeiçoar sistemas que realizem o monitoramento e o controle dos processos de manejo de resíduos de serviços de saúde (RSS). Este estudo objetiva avaliar o custo total por categoria de RSS/dia e por leito ativo/dia com o tratamento dos RSS em um hospital escola da região nordeste do Rio Grande do Sul e identificar as contribuições de um sistema de informação gerencial (SIG) no processo de gerenciamento, contemplando principalmente a geração e a segregação de resíduos. A metodologia utilizada foi desenvolvida em duas etapas: a coleta de dados sobre o gerenciamento dos RSS e a proposição, implementação e alimentação de um SIG, para registro e tratamento de dados referentes à caracterização dos resíduos. Os resultados mostram que, se o sistema de manejo do hospital em estudo fosse 100% adequado, a economia mensal para o tratamento dos resíduos infectantes seria de 18,4% e de 5,83% para os resíduos químicos. A implementação do SIG torna-se uma ferramenta fundamental na avaliação do processo de manejo dos RSS, uma vez que possibilita levantar aspectos importantes para a implantação e avaliação das estratégias contidas no plano de gerenciamento de RSS. O SIG também representa uma ferramenta de fácil consulta e de suma importância na avaliação da geração de RSS, uma vez que auxilia a promover a vigilância, a identificação dos setores que têm maiores problemas com a segregação, bem como formas de minimização de custos e impactos.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Resíduos de Serviços de Saúde. Custos na Gestão de Resíduos de Serviço de Saúde. Sistema de Informações Gerencial em Resíduos.

<sup>1</sup> Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil  
Professor titular da Universidade de Caxias do Sul (UCS)  
E-mail: [vschnei@ucs.br](mailto:vschnei@ucs.br)

<sup>2</sup> Doutora em Enfermagem pela Universidade Federal de São Paulo, Brasil  
Professor do Centro de Ciências da Saúde da Universidade de Caxias do Sul (UCS)  
E-mail: [nlrstedi@ucs.br](mailto:nlrstedi@ucs.br)

<sup>3</sup> Mestrando em Ciência da Computação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil  
Técnico no Instituto de Saneamento Ambiental - UCS.  
E-mail: [marcio.bigolin@ucs.br](mailto:marcio.bigolin@ucs.br)

<sup>4</sup> Graduanda em Enfermagem na Universidade de Caxias do Sul (UCS), Brasil  
Bolsista de Iniciação Científica no Instituto de Saneamento Ambiental - UCS.  
E-mail: [jcpaiz@ucs.br](mailto:jcpaiz@ucs.br)



**MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM (MIS):  
TOOL FOR MONITORING THE WASTE MANAGEMENT HEALTH SERVICE (RSS)  
AND COST OF TREATMENT**

**ABSTRACT**

One of the major challenges of solid waste management has been improve and deploy systems that perform monitoring and control of management processes of health service's waste (HSW). This study aims to evaluate the total cost per category of HSW/day and active bed/day with the handling of HSW in a teaching hospital in northeastern area of Brazil's Rio Grande do Sul state and identify contributions of a management information system (MIS) in the management process, especially considering the generation and segregation of waste. Utilized methodology was developed in two stages: data collection about the management of the HSW and proposition, implementation and feed of a MIS for recording and processing of data related to waste characterization. Results show that whether the management system of the hospital in this study were

100% right, the monthly savings for the treatment of infectious waste would be 18.4% of the costs and 5.83% of costs of chemical waste. The implementation of MIS becomes an essential tool in the evaluation of the management process of HSW since it makes possible to raise issues of fundamental importance to the implementation and evaluation of strategies contained in the HSW management plan. The MIS also represents a tool of easy reference and of great importance to evaluate generation of HSW as it helps to promote the surveillance, identification of sectors that have the biggest problems with segregation, as well as ways to minimize costs and impacts.

**Keywords:** Solid Waste Management. Waste of Health Services. Costs in Management of Health Services. Management Information Systems in Waste.

**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN (SIG):  
HERRAMIENTA DE MONITOREO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE SERVICIOS DE  
SALUD (RSS) Y COSTO DEL TRATAMIENTO**

**RESUMEN**

Uno de los principales desafíos de la gestión de residuos sólidos ha sido implementar y perfeccionar sistemas que llevan a cabo los procesos de manejo de residuos de los servicios de salud (RSS). Este estudio objetiva evaluar el costo total por categoría de RSS/día e por lecho activo/día con el manejo de los RSS en un hospital universitario en el noreste del estado de Rio Grande do Sul, en Brasil, y detallar los aportes de un sistema de información de gestión (SIG) en el proceso gestión, especialmente teniendo en cuenta la generación y la segregación de residuos. La metodología utilizada se desarrolló en dos etapas: la recolección de datos sobre la gestión de los RSS y la planificación e implementación y alimentación de un SIG, para registro y tratamiento de datos relacionados con la caracterización de los residuos. Los resultados muestran que si el sistema de gestión del hospital fuera 100% apropiado, los ahorros mensuales para el tratamiento de residuos infecciosos serían de 18,4% de

los costes y de 5,83% de los costes en relación los residuos químicos. La aplicación de los SIG se convierte en una herramienta esencial en la evaluación del proceso de manejo de los RSS, una vez que permite plantear cuestiones de fundamental importancia para la aplicación y evaluación de las estrategias contenidas en el plan de manejo de los RSS. El SIG además es una herramienta que facilita la consulta y de suma importancia en la evaluación de la generación de RSS, una vez que ayuda a promover la vigilancia, la identificación de los sectores con problemas más grandes de segregación, así como las maneras de reducir al mínimo los costes y los impactos.

**Palabras-clave:** Gestión de Residuos Sólidos. Residuos de los Servicios de Salud. Costos de Gestión de los Residuos de Servicios de Salud. Sistemas de Información de Gestión de los Residuos.



## 1 INTRODUÇÃO

A assistência à saúde é prestada por uma rede de serviços que inclui desde atendimentos residenciais, passando por unidades básicas de saúde, e chegando até hospitais de altíssima complexidade. O cuidado em saúde diz respeito às ações desenvolvidas em qualquer uma dessas instituições que constituem a rede de serviços e, sempre que são executadas, geram resíduos..

Por definição, o resíduo de serviço de saúde (RSS) é o resíduo resultante de atividades exercidas por estabelecimentos geradores (prestadores de assistência médica, odontológica, laboratorial, farmacêutica, instituições de ensino e pesquisa relacionadas à assistência humana e animal) que, por suas características, necessitam de processos diferenciados no manejo, exigindo ou não tratamento prévio para a disposição final (Cussioli, 2008).

O gerenciamento dos RSS envolve as seguintes etapas: geração, segregação, armazenamento temporário, armazenamento externo, coleta interna, tratamento interno, coleta externa, tratamento externo e destinação final. Cada etapa precisa estar criteriosamente descrita em um plano de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde (PGRSS) (ANVISA, 2004).

Como exigência legal, o PGRSS deve ser elaborado observando a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 306/2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e a Resolução nº 358/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). O objetivo principal é regular as ações dos profissionais, padronizando a forma de lidar com os resíduos, desde a geração até a destinação final. O PGRSS objetiva ainda minimizar a geração, potencializar a reciclagem, evitar a incorreta segregação e, conseqüentemente, reduzir custos com o tratamento bem como riscos ambientais e à saúde – tanto intra-hospitalares (profissionais, higienizadores e pacientes) quanto extra-hospitalares (pessoal envolvido com a coleta externa, tratamento e disposição final, além de catadores e recicladores) (ANVISA, 2004). Nesse sentido, este artigo representa uma ferramenta de auxílio aos profissionais que atuam na área da saúde.

Para que seja realmente efetivo, o PGRSS deve ser monitorado constantemente e aprimorado. Tendo isso presente, mapear as formas de manejo e realizar a caracterização são condições indispensáveis para levantar dados quantitativos e qualitativos que permitam ver com clareza problemas, dúvidas, dificuldades e erros durante o processo e estabelecer relações deles com as diretrizes estabelecidas no PGRSS. De igual importância é desenvolver formas de registro de dados que favoreçam verificar a história de todo o processo de gerenciamento de resíduos e realizar análises que subsidiem decisões em busca de eficiência máxima no seu manejo.



Muitas são as variáveis que interagem na definição do volume final de resíduos gerados. As próprias características epidemiológicas da população atendida por uma determinada unidade de prestação de cuidados em saúde – taxas de incidência de doenças, prevalência diferente do usual de uma patologia específica em uma determinada zona etc. – ou aspectos sociodemográficos que lhe forem inerentes – proporção mais elevada de alguns grupos etários ou incidência elevada de fenômenos de exclusão social, entre outros (Hamoda, El-Tomi, & Bahman, 2005; Tavares, 2004) –, além da organização dos processos de trabalho em saúde e dos próprios serviços, poderão afetar os valores gerados.

O presente estudo foi realizado em um hospital de ensino, pesquisa e assistência em saúde da região nordeste do Rio Grande do Sul, prestador de atendimento pelo Sistema Único de Saúde (SUS), sendo considerado um hospital de referência<sup>5</sup> em saúde na região. Pelo caráter de hospital escola da instituição, a formação profissional deve estar voltada para o desenvolvimento de uma visão mais ampla sobre as questões ambientais da atualidade, despertando interesse e estimulando a participação nos programas de qualidade ambiental nas unidades de saúde.

Além das questões ambientais, a informação sobre custos associados a materiais e insumos e ao seu tratamento após o uso pode despertar uma maior conscientização profissional, diminuindo o uso inadequado ou descontrolado (Sisinno & Moreira, 2005). O conhecimento produzido sobre o assunto, além de contribuir com a eficácia no manejo dos RSS, pode também servir de subsídio para o desenvolvimento de programas que facilitem o processo de monitoramento e avaliação do PGRSS.

Os objetivos deste estudo são: avaliar o custo por leito ativo/dia com o tratamento dos RSS (o que possibilita levantar dados preliminares de quanto cada dia de internação custa em relação ao tratamento de resíduos perigosos e infectantes); avaliar o custo total do estabelecimento para cada categoria de RSS/dia (permitindo obter informações preliminares de quanto o estabelecimento em estudo economizaria se a segregação fosse 100% adequada no período de 30 dias); e identificar as contribuições de um SIG na avaliação do processo de gerenciamento de RSS em um hospital de assistência, ensino e pesquisa em saúde – contemplando principalmente a geração e a segregação de resíduos, as duas etapas fundamentais do processo de manejo.

---

<sup>5</sup> Entende-se como hospital de referência um estabelecimento que conte com especialidades médicas e clínicas e, por esse motivo, receba a população de diversas regiões do estado.



## **2 ESTADO DA ARTE E TRABALHOS RELACIONADOS**

Os RSS existem desde o aparecimento dos cuidados de saúde organizados e dos respectivos serviços. Desde então, o manejo desses resíduos tem sido objeto de estudo e análise tanto de pesquisadores quanto de legisladores, sem que se tenha chegado a um consenso sobre formas de tratamento ou disposição final. Hoje em dia, considerando os riscos para a saúde e os impactos para o ambiente que advêm do seu ciclo de vida (desde a geração até o destino final), alguns são considerados resíduos perigosos, por suas características físicas, químicas e/ou biológicas (Cunha, 1993; Martins, 2006).

Os RSS ganharam destaque no início da década de 1990, quando foi aprovada a Resolução CONAMA nº 006 de 19/09/1991, que desobrigou a incineração ou qualquer outro tratamento de queima dos resíduos sólidos provenientes dos estabelecimentos de saúde e de terminais de transporte e deu competência aos órgãos estaduais de meio ambiente para estabelecerem normas e procedimentos de licenciamento ambiental do sistema de coleta, transporte, acondicionamento e disposição final dos resíduos, nos estados e municípios que optaram pela não incineração (ANVISA, 2006).

Nesse contexto, o gerenciamento dos RSS adquiriu gradativamente maior importância, tendo em vista a necessidade de manejar as suas diferentes categorias, dando-lhes destinos específicos e não comprometedores ao meio ambiente. Cabe destacar que não são todas as categorias que necessitam de tratamento para a destinação final. O resíduo reciclável proveniente de instituições de saúde pode ser reaproveitado e o resíduo comum pode ser disposto em aterros sanitários sem tratamento prévio, desde que não esteja contaminado com outros tipos de resíduos, tais como o infectante e o químico, ou que não sejam provenientes de pacientes em isolamento por doenças infectocontagiosas. Dessa forma, o gerenciamento dos RSS mostra-se como a melhor maneira de evitar gastos inadequados com o tratamento e reduzir riscos de contaminação ambiental e de acidentes, infecções e demais complicações à saúde humana, além de potencializar a recuperação de matéria e energia por meio da reciclagem.

A implantação e o aperfeiçoamento de sistemas que realizem a destinação adequada dos resíduos gerados pelos diversos setores de serviços de saúde é um grande desafio, tendo em vista a necessidade de preservação ambiental. A questão ambiental e de saúde da população, assim como os custos com o tratamento e disposição final dos RSS, vêm sendo uma grande preocupação da



sociedade, além de ser um tema relevante nas políticas governamentais nacionais (Ventura, K. S., Fernanda, L., Reis, R., Maria, A., & Takayanagui, 2010). A especificidade da organização hospitalar, a limitação de recursos no setor público e o aumento tendencial dos gastos em saúde exigem a adoção de modelos de gestão que respondam satisfatoriamente à pressão da sociedade por melhor qualidade e maior amplitude no atendimento à saúde, bem como por garantia de um ambiente de qualidade que a preserve.

A utilização das informações de custos subsidiando os administradores hospitalares na consecução da missão gerencial, dadas as limitações de recursos disponíveis, são objetivos que podem ser alcançados por meio da redução dos custos ambientais. O conhecimento dos custos relacionados com o gerenciamento dos resíduos gerados na assistência à saúde tem sido pouco explorado, levando a uma carência fundamental para a tomada de decisões (Schneider, Ben, & Carvalho, 2008), especialmente sobre como e onde tratar os resíduos antes da sua disposição final.

O sistema hospitalar público, bem como as características do setor e o crescimento dos gastos com saúde, são fontes de dados importantes para definir estratégias de implantação de um sistema de apuração de custos hospitalares com um enfoque gerencial. O momento atual exige novos modelos de gestão e, conseqüentemente, novas formas e ferramentas de gestão ambiental, incluindo maior responsabilidade social. Em se tratando de aspectos gerenciais, algumas regulamentações e normas têm incorporado mudanças rápidas em todo o mundo, no sentido de enfatizar a minimização dos resíduos infecciosos e proteger da contaminação os trabalhadores que os manipulam.

Os avanços na qualidade da assistência à saúde – inclusive com o aumento crescente e gradativo do uso de equipamentos e insumos descartáveis –, juntamente com a expansão da indústria farmacêutica, trazem como consequência o aumento da geração de resíduos que precisam de tratamento. Outro fator que impacta na elevação dos custos para a o tratamento e disposição final dos resíduos é a segregação, sendo que toda a massa em contato com resíduos com características patogênicas torna-se contaminada, devendo ser destinada e tratada como tal. Isso deveria mobilizar esforços dos estabelecimentos de saúde para reduzir na fonte a quantidade de resíduos infectantes gerados e segregá-los com o máximo de eficiência.

Para suprir as necessidades gerenciais dos mais diversos setores dentro de uma organização, a utilização de sistemas de informação vem sendo desenvolvida e aplicada com vistas a uma rápida tomada de decisão e implantação de ações específicas, quando necessário.

Um sistema de informação não é apenas o conjunto *hardware/software* desenvolvido, mas sim a composição que formam com a criação e a implantação de uma cultura organizacional. Em



uma instituição de saúde, o manejo pelas pessoas que participam tanto da geração e segregação (profissionais da saúde como médicos, enfermeiros), quanto do armazenamento e transporte interno (higienizadores) ou da gestão em saúde (administradores) também deve ser organizado de forma a criar uma política interna de controle, visando à melhora da qualidade do processo de manejo e do serviço prestado. Dessa forma, a implantação de um SIG busca coletar e armazenar informações, tornando possível uma análise posterior dos dados gerados nas diferentes ações dentro dos serviços de saúde, da tendência e dos resultados quanto à eficácia do manejo de RSS.

O SIG representa uma ferramenta fácil de usar e de suma importância na avaliação de riscos, uma vez que auxilia a promover a vigilância, a monitorar processos, a identificar variáveis, a minimizar a geração (NHS, 2007) e a identificar indicadores para o monitoramento da geração e do manejo como um todo. O controle dos fatores de risco e de situações suscetíveis de causarem ou acentuarem prejuízos graves à saúde das pessoas ou das populações, por sua vez, possibilitam a prevenção de doenças e promoção e manutenção da saúde (Tavares, 2004).

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia no presente estudo foi desenvolvida em duas etapas: I) coleta de dados sobre o gerenciamento de RSS em um hospital de ensino de grande porte; II) proposição, implementação e alimentação de um SIG para registro e tratamento de dados referentes à caracterização dos resíduos e cálculo dos custos do processo.

- I- Coleta de dados: a coleta de dados sobre o gerenciamento de RSS ocorreu por meio de três ações, descritas a seguir.
- a) *Observação direta do local de estudo, antes de cada caracterização:* objetivou identificar a existência de dispositivos de acondicionamento e avaliar se estavam em quantidade e local apropriado, bem como as adequações/inadequações em alguns dos processos do manejo, tais como coleta interna, acondicionamento interno, transporte interno e acondicionamento externo. Todos esses processos são fundamentais para o efetivo manejo dos resíduos e dependem do entendimento e da capacitação dos profissionais que trabalham com a higienização do estabelecimento, uma vez que cabe a eles a reposição dos dispositivos de acondicionamento após a coleta, bem como sua identificação com local e data de coleta, etapa fundamental para diagnosticar quais são os setores que têm problemas com a segregação, quais são os erros mais frequentes e que tipo de capacitação é necessário diante destes.



- b) *Pesagem do total de resíduo gerado pelos diferentes setores hospitalares durante um período de 24 horas de funcionamento, em dias e meses consecutivos, durante seis meses:* os resíduos gerados foram categorizados segundo diferentes grupos estabelecidos pela ANVISA (2004), bem como pelos setores de geração. Essa informação possibilitou a avaliação quantitativa da geração de resíduos no hospital em estudo, derivando-se indicadores de geração média de resíduo para cada categoria. Possibilita ainda avaliar o índice sazonal de geração de RSS, uma vez que três estações do ano foram contempladas (verão, outono e inverno). Sabe-se que o número de internações hospitalares no Rio Grande do Sul é superior nos meses de junho e julho, época em que há maior incidência de distúrbios respiratórios que levam à internação, que supostamente deve elevar a geração de resíduos e de seus custos de tratamento, como consequência. Outro aspecto que pode ser avaliado na geração dos RSS é o impacto da rotatividade de acadêmicos e professores em um hospital escola, uma vez que é superior de março a maio do que nos demais meses. Cabe destacar que todos os dias da semana foram avaliados, ou seja, cada amostra (mês) contemplou um determinado dia da semana (exceto domingo), possibilitando avaliar a variação na produção de resíduos por dia da semana.
- c) *Avaliação qualitativa do resíduo gerado pelos diferentes setores hospitalares durante um período de 24 horas de funcionamento por seis meses consecutivos (fevereiro a julho):* realizada através da caracterização de uma unidade amostral de 200 litros para as categorias infectante, comum, reciclável e químico. A caracterização consistiu em abrir os dispositivos de acondicionamento, que compõem a amostra, examinar os conteúdos e segregá-los adequadamente, com repetição do processo de pesagem dos resíduos. Isso possibilitou a avaliação qualitativa da geração de resíduos, identificando indicadores de eficiência da segregação para cada categoria. Cabe destacar que os resíduos foram previamente identificados com o setor e a data da coleta. Os dados advindos da caracterização permitiram estimar o grau de heterogeneidade dos resíduos e os custos decorrentes do seu tratamento. As considerações em relação à sazonalidade, rotatividade de alunos e dias da semana também foram levadas em conta nessa etapa, visto que a caracterização foi realizada na sequência da avaliação quantitativa. A descrição detalhada da metodologia utilizada para realização dessas três atividades (observação, pesagem e caracterização) é proposta e apresentada em Schneider (2004).

## II- Proposição, implementação e alimentação de um SIG

Para gerenciar dados, criar relatórios, gráficos, projeções e tomar decisões, está em desenvolvimento um sistema de informação em plataforma web utilizando linguagem de



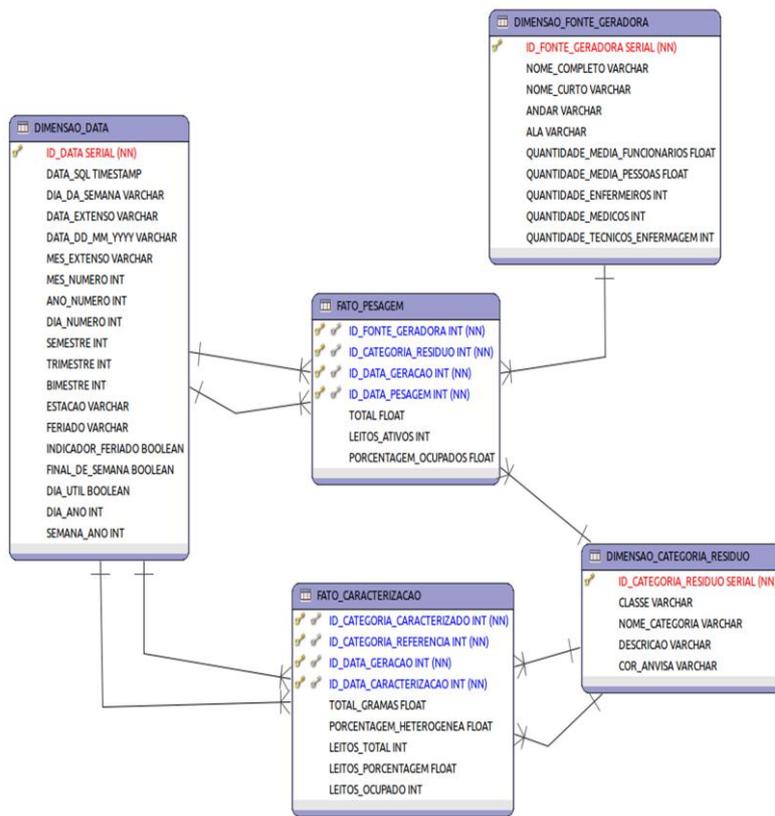
programação *Pre Processor Hypertext* (PHP, 2013). Cabe destacar que o sistema de informação está em constante aperfeiçoamento, uma vez que tem um ciclo de vida e pode ser desenvolvido de forma interativa e incremental. O modelo proposto é conhecido como modelo espiral: cada volta da espiral refina o problema e acrescenta detalhes aos requisitos (Sommerville, 2007). O projeto está sendo guiado por uma variação do Processo Unificado utilizando como base os modelos de Larman (2007) e Wazlawick (2010).

Os dados da pesagem e caracterização, por sua vez, foram armazenados em um banco de dados implementados em um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) de uso comum, PostgreSQL. Um SGBD é uma coleção de programas e permite aos usuários manter um banco de dados que facilita o processo de definição, construção, manipulação e compartilhamento de dados (Elmasri & Navathe, 2005).

O modelo de gerenciamento de informações utilizou a modelagem multidimensional, também conhecida como *star schema*, amplamente utilizada em *datawarehouses* (DW). Essa modelagem consiste em organizar as estruturas de informação em fatos e dimensões (Kimball & Ross, 2002). Um fato contém as medidas úteis dos processos de negócios (vendas, entregas, entre outros e, no caso deste estudo, representado pela pesagem e caracterização), enquanto uma dimensão representa o contexto (quem, onde, quando etc., que neste estudo é o tipo de resíduo, setor de geração e data). Esse modelo, por não ser normalizado, é voltado para a velocidade de consultas e não pode ser utilizado como forma principal de inserção de dados, e sim como consulta. O modelo multi-dimensional proposto permite consultas sobre a geração e segregação de resíduos. Foi construído com o padrão “constelação” (Figura 1), ou seja, um modelo no qual as tabelas de fatos diferentes compartilham a mesma dimensão (Kimball & Ross, 2002); neste caso, o fato pesagem e o fato caracterização compartilham a dimensão data.



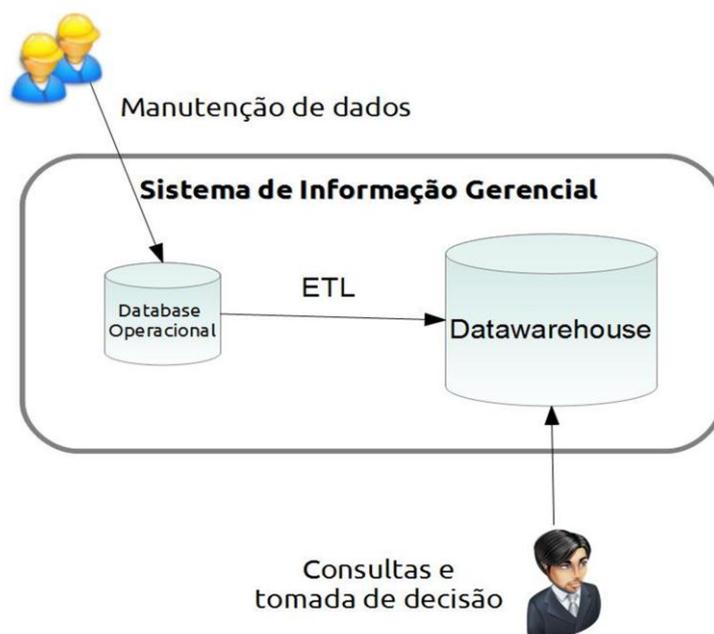
**Figura 1 – Modelo multidimensional**



A arquitetura do SIG com as interações entre os usuários e o sistema é apresentada na Figura 2. Destaca-se a separação da consulta e tomada de decisão da inserção e manutenção de dados. É importante ressaltar que, para que isso ocorra, é necessário criar um processo intermediário conhecido como *extraction transform load* (ETL, ou extração transformação e carga, em português). Esse processo recolhe as informações já validadas no banco de dados operacional, que contém dados em formato normalizado, e é transformado para o modelo multidimensional, constituindo um armazém de dados ou *datawarehouse* (Inmon, 2005).



Figura 2 – Arquitetura do sistema



Para a elaboração das estimativas de custos a partir dos dados armazenados no SIG, foram aplicadas e codificadas equações, que possibilitaram a geração de gráficos, por meio da utilização da biblioteca de programação JpGraph<sup>6</sup>. As decorrências da utilização da biblioteca e das equações são apresentadas na seção de Resultados.

Os dados obtidos por meio da pesagem e caracterização são obtidos em quilograma (kg). Visto que o estabelecimento em estudo paga por litro (l) para o tratamento dos RSS, inicialmente converteu-se o valor da pesagem e caracterização (de kg para l). Para efetuar essa conversão, admitiram-se os valores de densidade aparente dos resíduos apresentados por Schneider (2004), que realizou diversas amostragens nesse mesmo estabelecimento e obteve como média as densidades apresentadas na Tabela 1.

<sup>6</sup> JpGraph é uma biblioteca de programação para a geração de gráficos em PHP. Disponível em [www.jpgraph.com](http://www.jpgraph.com).



**Tabela 1 – Valores da densidade aparente de RSS**

Resíduo	Densidade aparente (m/V)
Comum	0,0857
Reciclável	0,0272
Infectante	0,1448
Químico	0,16125

Para a geração das estimativas de custos e geração dos gráficos foram usadas as equações apresentadas abaixo. A equação 1 se refere ao cálculo do custo total mensal.

$$CM_i = g_i \cdot d_i \cdot c_i \cdot 30 \quad (1)$$

Sendo:

CM = custo mensal;

i = categoria de resíduo;

g = geração total;

d = densidade do resíduo;

c = custo de tratamento.

Para o cálculo do custo caso a segregação fosse 100% adequada, foi usada a fórmula expressa na equação 2.

$$CMA_i = CM_i - \sum_{j=1} (g_j \cdot d_j \cdot c_j \cdot 30) \quad (2)$$

Sendo:

CMA = custo mensal adequado;

CM = custo mensal;

i = categoria de resíduo;

g = geração total;

d = densidade do resíduo;

c = custo tratamento;

j = categoria de resíduo sendo que  $i \neq j$ .

Para o cálculo do custo por leito ativo/dia utilizou-se os valores do CMA e CM divididos pela média mensal da ocupação hospitalar, conforme a equação 3.



$$La = \frac{CM_i}{\bar{x}} \quad \text{e} \quad LaA = \frac{CMA_i}{\bar{x}} \quad (3)$$

Sendo:

La = custo leito ativo;

LaA = custo leito ativo adequado;

CM = custo mensal;

CMA = custo mensal adequado;

i = categoria de resíduo;

$\bar{x}$  = média mensal da ocupação.

## 4 RESULTADOS

Os resultados estão divididos em duas seções sendo, que a primeira contempla o processo de geração, segregação e custos com o tratamento dos RSS (esta seção apresenta algumas possibilidades de geração de gráficos do SIG). A seção seguinte apresenta outras formas de consulta e acesso a informações do sistema.

### 4.1 RELACIONADOS AO PROCESSO DE GERAÇÃO, SEGREGAÇÃO E CUSTOS DE TRATAMENTO DOS RSS

Os resultados mostram que o custo com o tratamento dos resíduos é alto, com ênfase nos infectantes e químicos.

O custo de tratamento dos infectantes<sup>7</sup> é medido por litro, custando para o estabelecimento R\$ 0,16/l (incineração).

Os químicos sólidos representam a categoria que tem maior custo para tratamento e destinação final – sua capacidade de contaminação do solo, da água e do ar requer técnicas de tratamento específicas –, de R\$ 135,00/m<sup>3</sup> (aterro de resíduos industriais perigosos). Para ser transportado para o local de tratamento, é necessária a utilização de uma transportadora que cobra o valor fixo de R\$ 350,00<sup>3</sup> por coleta externa e transporte à empresa que realiza o tratamento.

Para o resíduo reciclável não há custos com transporte, sendo que a empresa responsável pela coleta atende às normas vigentes. O resíduo comum tem um custo fixo de R\$ 2.053,00/mês e é

<sup>7</sup> Estes custos baseiam-se no valor atualmente cobrado pelo prestador de serviço, com base em novembro de 2012. A média do valor do dólar, para referência, entre os seis meses de pesquisa, foi de R\$ 1,86.

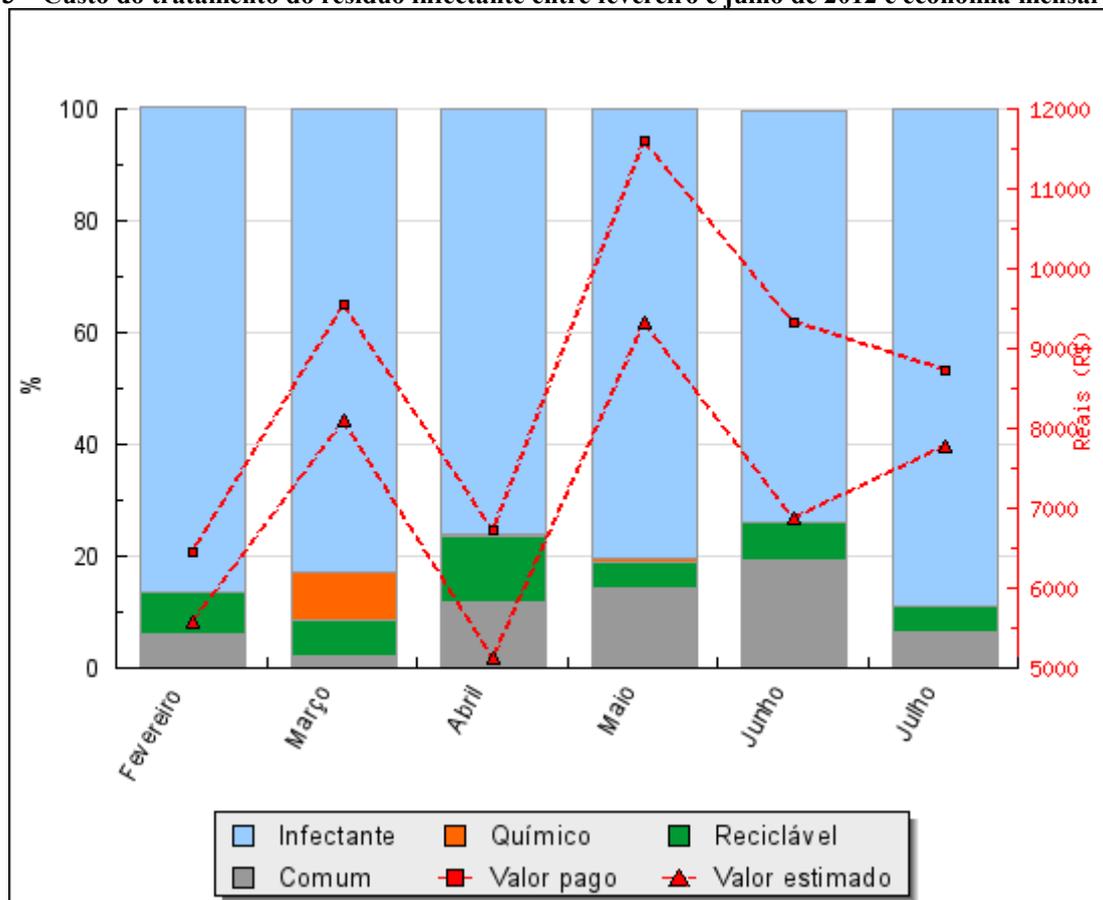


coletado pelo município para disposição em aterro sanitário.

Este estudo foi baseado na comparação do custo que o estabelecimento teve e na estimativa do quanto poderia economizar se os profissionais fossem capacitados e se o sistema de manejo (segregação, coleta, transporte interno e armazenamento externo) fosse 100% eficiente.

A Figura 3 apresenta o valor pago pelo hospital devido à incorreta segregação do resíduo infectante, com base no grau de heterogeneidade e na estimativa de custo caso a segregação fosse 100% eficiente.

**Figura 3 – Custo do tratamento do resíduo infectante entre fevereiro e julho de 2012 e economia mensal**



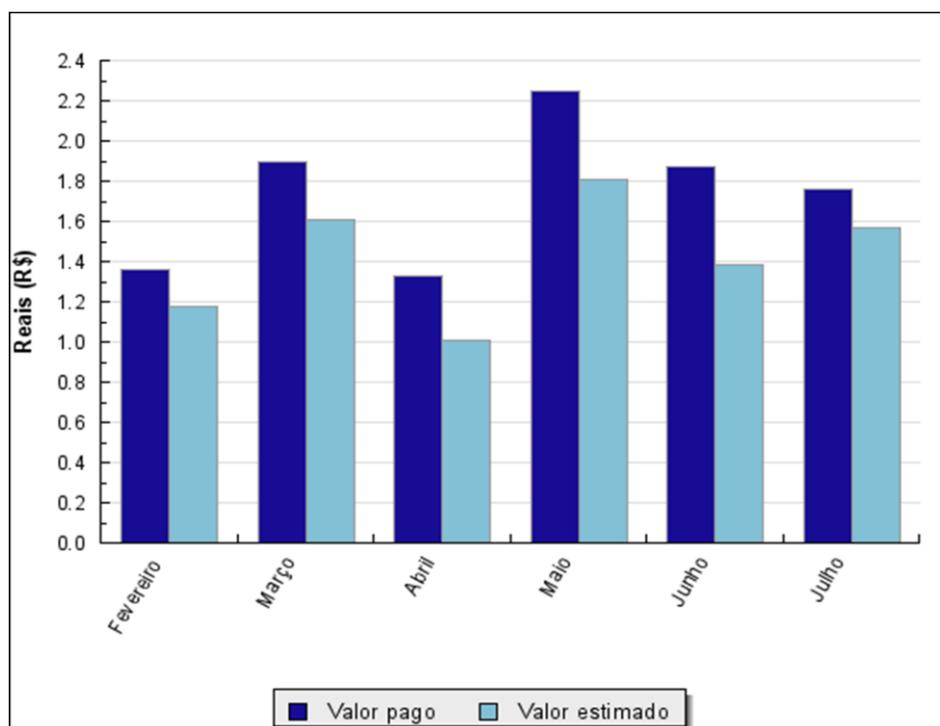
Durante a avaliação de seis meses (fevereiro a julho de 2012), verificou-se que a economia média do período seria de aproximadamente R\$ 1.600,00/mês, o que significa uma redução de 18,4% dos custos mensais.

Além da elevação dos custos com o tratamento dos RSS, a heterogeneidade do resíduo infectante impacta nos riscos à saúde humana, tanto intra-hospitalar quanto extra-hospitalar, pelo maior volume de resíduo gerado e, por consequência, maior exposição pelo pessoal que o manipula (higienizadores, coletores e responsáveis pelo tratamento).



A Figura 4 apresenta o valor pago pelo tratamento do resíduo infectante por leito ativo/dia e a estimativa do custo se a segregação fosse 100% adequada.

Figura 4 – Custo com o tratamento do resíduo infectante por leito ativo/dia de fevereiro a julho de 2012

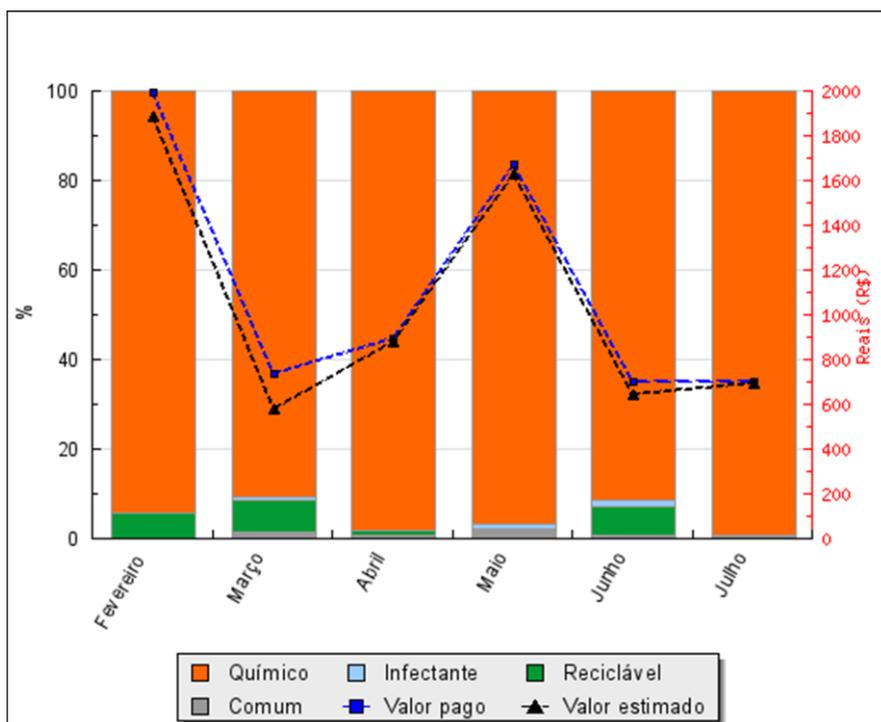


As Figuras 3 e 4 mostram a variação dos custos com o tratamento dos resíduos infectantes em seis caracterizações realizadas entre os meses de fevereiro a julho de 2012. Por meio das figuras é possível avaliar o gasto inadequado que o estabelecimento em estudo teve com tratamento de resíduos. Além do custo direto (tratamento/destinação final), a falta de manejo adequado gera riscos indiretos, tendo em vista que o resíduo infectante apresenta elevado potencial patogênico, o que contribui para desencadear doenças (infecções bacterianas, virais e fúngicas), infecções hospitalares e acidentes ocupacionais de profissionais que os manipulam (equipe de saúde e pessoal da higienização). Para o cálculo dos custos indiretos, inúmeras variáveis precisam ser examinadas, tais como: aumento de dias de internação e do número de internações; maior gasto de materiais, medicações e demais equipamentos necessários na realização da assistência; custos para tratar as complicações de saúde que podem ser ocasionadas pelo incorreto manuseio (medicações, exames e assistência); dias de afastamento do trabalho provocado por acidentes; tratamento profilático em acidentes com perfurocortantes; taxa de infecções hospitalares, entre outros.



A Figura 5 apresenta a comparação entre o valor gasto pelo hospital devido à segregação incorreta do resíduo químico e a estimativa caso a segregação fosse 100% eficiente. A avaliação de seis meses (fevereiro a julho de 2012) permite estimar que a economia média seria de aproximadamente R\$ 65,19/mês, o que corresponde a uma redução de 5,83% do custo total mensal.

**Figura 5 – Custo do tratamento do resíduo químico entre fevereiro e julho de 2012 e respectiva economia**



Cabe destacar que os riscos resultantes do manejo inadequado de resíduo químico são ainda maiores que os provocados pelo infectante, uma vez que pequenas quantidades de determinados produtos podem representar contaminação de grandes volumes de água, por exemplo, e trazer consequências de longo prazo para a saúde humana e ambiental.

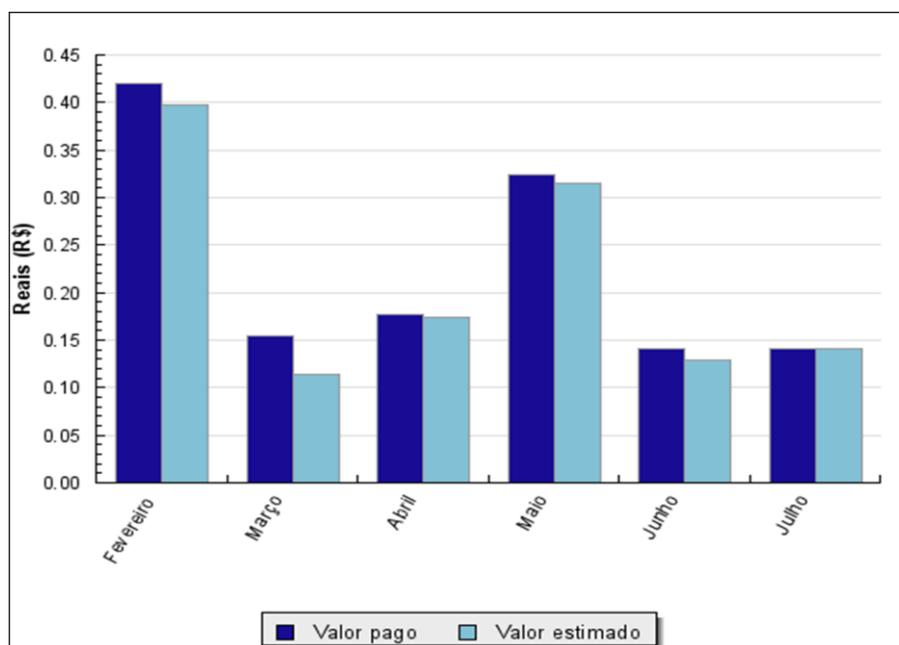
Os resíduos químicos, quando segregados incorretamente, acabam por não receber o tratamento adequado e, ao entrar em contato com o solo, podem se infiltrar e contaminar as águas subterrâneas. Quando lançados no sistema de esgoto, podem ter efeitos adversos sobre a operação de estações de tratamento de efluentes ou efeitos tóxicos sobre ecossistemas naturais de águas receptoras. Os antibióticos e outros medicamentos, tais como mercúrio, fenóis, desinfetantes e antissépticos, são exemplos de compostos que prejudicam o ecossistema e, por consequência, o tratamento dos efluentes, segundo a World Health Organization (WHO, 1999).



Ainda segundo a WHO (1999), os resíduos químicos gerados em hospitais podem causar intoxicações agudas e/ou crônicas, bem como ferimentos, incluindo queimaduras. As intoxicações podem resultar da absorção de uma substância química ou farmacêutica pela pele ou mucosas ou da inalação e ingestão. Nesse sentido, quando segregados de maneira incorreta, as intoxicações e lesões humanas com resíduos químicos podem ocorrer de diversas formas, tanto por meio direto quando em contato com o produto, quanto por inalação de vapores e ingestão de água ou alimentos contaminados.

A Figura 6 apresenta o valor pago pelo tratamento do resíduo químico por leito ativo/dia e a estimativa do custo se a segregação fosse 100% adequada.

Figura 6 – Custo com o tratamento do resíduo químico por leito ativo/dia de fevereiro a julho de 2012

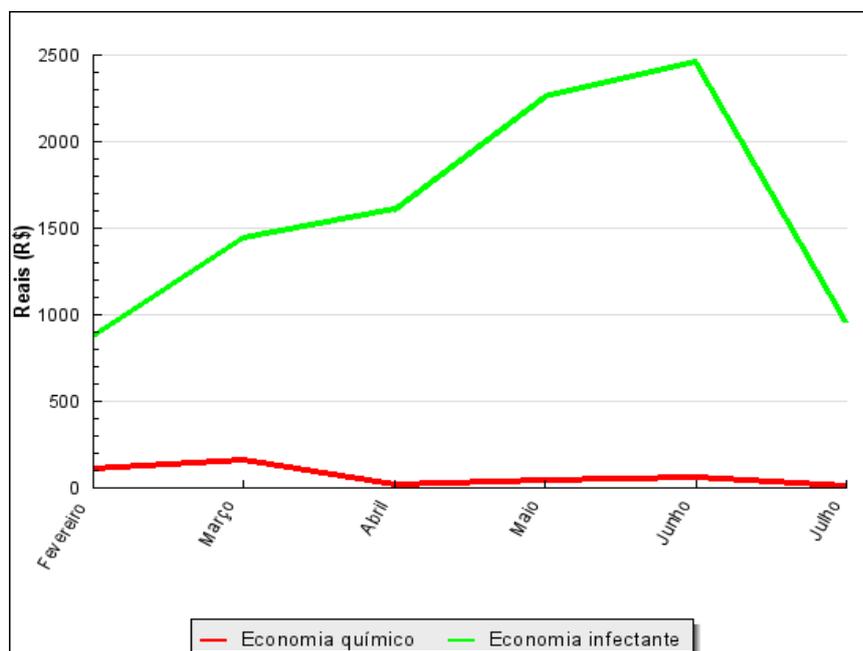


Por meio das Figuras 5 e 6 é possível identificar que o grau de mistura dos resíduos químicos não é significativo quando comparada ao dos resíduos infectantes. Apesar da possibilidade de obter redução dos custos do tratamento, o manejo dos resíduos químicos no estabelecimento estudado é adequado, sendo a eficiência da segregação superior a 90% em todos os meses.

A Figura 7 apresenta a variação na economia dos custos com o tratamento do resíduo infectante e do químico se a segregação fosse 100% eficiente, entre os meses de fevereiro a julho de 2012.



**Figura 7 – Economia dos custos com o tratamento de resíduos químicos e infectantes entre fevereiro e julho de 2012**



Por meio da figura, pode-se verificar que a economia com o tratamento dos infectantes, caso o manejo fosse 100% correto, seria elevado quando comparado com o dos resíduos químicos. Os resíduos químicos apresentam maior eficiência no sistema de manejo, o que garante ao estabelecimento redução de custos desnecessários e menor possibilidade de contaminações e acidentes ocupacionais.

Cabe destacar que o mês de julho apresentou o menor índice de heterogeneidade dos meses caracterizados, o que pode ter sido consequência da capacitação dos profissionais do estabelecimento sobre o manejo, desenvolvida no respectivo mês.

#### **4.2 RELACIONADOS À OPERACIONALIZAÇÃO DO SIG**

O sistema de informação desenvolvido permitiu um controle mais detalhado dos custos com o tratamento dos RSS. Para validar esse sistema, foi desenvolvida uma série de cálculos com os custos do hospital estudado, verificando assim possibilidades concretas de economia com o tratamento de resíduos. Além disso, as informações forneceram subsídios para a tomada de decisão no sentido de obter melhorias em todo o processo de manejo. O SIG desenvolvido com uma tela de inserção é apresentado na Figura 8.



Figura 8 – Sistema de informação gerencial, exemplo de inserção de dados

The screenshot shows a web browser window displaying the SIRSS (Sistema de Informação de Resíduos em Serviço de Saúde) application. The page title is "Sistema de Informação Gerencial de RSS". The main navigation bar includes "Inserir dados", "Relatórios e consultas", and "Gerar gráficos". On the left, there is a "Cadastros" menu with options: "Adicionar caracterização", "Adicionar geração", and "Manter Fonte geradora". The main content area is titled "Inserir dados de Geração" and contains two sections: "INFORMAÇÕES CARACTERIZAÇÃO" and "DADOS GERAÇÃO".

**INFORMAÇÕES CARACTERIZAÇÃO**

Data de geração do resíduo:	Data da caracterização do resíduo:
<input type="text"/>	<input type="text"/>
Total de leitos:	Leitos ocupados:
<input type="text"/>	<input type="text"/>

**DADOS GERAÇÃO**

Classe resíduo:

Fonte geradora:

Dados:

As consultas e gerações de gráficos, além das pré-programadas, podem ser realizadas com uma interface controlada, conforme Figura 9. Como próximo ciclo de desenvolvimento do SIG, pretende-se utilizar ferramentas de tomada de decisão no modelo dimensional, como o Mondrian (Pentaho, 2012).



**Figura 9 – Sistema de informação gerencial: exemplo de consulta**

The screenshot displays the SIRSS web application interface. The browser address bar shows the URL: localhost/sites/residuos\_saude/site/index.php/relatorios/criarConsultaDimensional. The page title is 'Sistema de Informação Gerencial de RSS'. The navigation menu includes 'Inserir dados', 'Relatórios e consultas', and 'Gerar gráficos'. The main content area is titled 'Consulta Exploratória' and contains several sections: 'Escolha de Geradores' with a 'FORMA DE CONSULTA' section (radio buttons for 'Selecionar' and 'Agrupar'), 'ESCOLHA O GERADOR' with dropdowns for 'Andar' and 'Ala', 'ESCOLHA A DATA' with 'Data inicial' and 'Data final' input fields, 'ESCOLHA O TIPO DE RESÍDUO' with a 'Tipo de resíduo' dropdown, and 'Agrupamento' with a note and an 'ESCOLHA A FORMA DE AGREGAR' dropdown.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que:

- se o sistema de manejo do hospital em estudo fosse 100% adequado, a economia mensal para o tratamento dos resíduos infectantes seria de 18,4% dos custos mensais. Em relação aos químicos, a economia média seria de aproximadamente 5,83% do custo total mensal;
- além desses custos diretos, a correta segregação resulta em redução dos custos indiretos e dos riscos aos quais a população e os profissionais estão expostos;
- a implementação do SIG torna-se uma ferramenta fundamental na avaliação do processo de manejo dos RSS, uma vez que possibilita levantar aspectos de fundamental importância para a implantação e avaliação das estratégias contidas no PGRSS;
- a caracterização é uma ferramenta indispensável na avaliação dos resíduos gerados e permite identificar com precisão os tipos de problemas e os locais responsáveis por eles, além de servir de base de cálculos para custos relacionados com o tratamento do RSS.



Cabe destacar que a construção de um sistema de informações, assim como a construção e modelagem de bancos de dados voltados à tomada de decisão, tanto no aspecto ambiental quanto no dos estabelecimentos de saúde, é útil ao aprimoramento do processo de manejo dos RSS, por possibilitar a identificação dos problemas e as respectivas formas de solução.

Os resultados da caracterização mostram que mesmo com a existência do PGRSS e de capacitações para profissionais do estabelecimento em estudo, ainda há espaço para a obtenção de melhores índices de eficiência no manejo de resíduos. A educação permanente é uma ferramenta indispensável para a manutenção de atitudes e comportamentos adequados à implementação do plano, bem como para o desenvolvimento de novos comportamentos, especialmente quando se trata de um local destinado à assistência e formação de profissionais de saúde, com alta rotatividade de alunos de diferentes cursos e etapas de formação.

A redução de riscos à saúde de profissionais e usuários, bem como de riscos ambientais decorrentes do manejo inadequado de RSS depende, portanto, de um conjunto de ações coordenadas e que envolvam todos os atores responsáveis pelo cuidado em saúde.

O SIG apresenta-se como uma ferramenta eficaz para a análise da geração e da segregação, bem como dos custos decorrentes do tratamento dos RSS, podendo ser utilizado como ferramenta de gestão em estabelecimentos de assistência à saúde. Essa ferramenta facilita o diagnóstico de problemas e permite visualizar e processar rapidamente uma quantidade de dados variados, transformando-os em informação útil para a tomada de decisão e justificativa de investimentos em educação e capacitação dos profissionais em saúde.

## REFERÊNCIAS

ANVISA (2006). Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 306, de 7 de dezembro de 2004. Diário Oficial da União, 10/12/2004.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2006). Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (p. 189). Brasília: ANVISA.

Cunha, C. M. (1993). Gestão de Resíduos Sólidos Produzidos em Unidades de Saúde –



Estudo de Modelos Alternativos de Gestão do Tratamento e Destino Final de Resíduos Sólidos de Unidades de Saúde: Abordagem Técnica, Sanitária e Económica. XXII Curso de Administração Hospitalar, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Cussioli, N. A. de M. (2008). Manual de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde (p. 88). Belo Horizonte: FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente.

Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2005). Sistemas de banco de dados (p. 724). São Paulo: Addison-Wesley.

Hamoda, H. M., El-Tomi, H. N., & Bahman, Q. Y. (2005). Variations in hospital waste quantities and generation rates. *Journal of Environmental Science and Health. Part A Toxic/hazardous substances environmental engineering*, 40(2), 467-476.

Inmon, W. H. (2005). Building the data warehouse (p. 543). Indianápolis: Wiley.

Kimball, R. & Ross, M. (2002). The data warehouse toolkit: guia completo para modelagem dimensional (p. 494). Rio de Janeiro: Campus.

Larmam, C. (2007). Utilizando UML e padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos e ao desenvolvimento iterativo (p. 695). Porto Alegre: Bookman.

Martins, C. A. (2006). Gestão de resíduos hospitalares nos centros de saúde: concepções e práticas dos enfermeiros. Tese de doutorado, Universidade do Minho, Lisboa, Portugal.

NHS (2007). Healthcare risk assessment made easy. Londres: National Patient Safety Agency.

Pentaho. (2012). Pentaho Analysis Services (Mondrian) [software]. Pentaho Corporation © 2005-2013. Retrieved 7 June, 2013 from [www.pentaho.com](http://www.pentaho.com)

PHP. (2013). Hypertext Pre Processor [software]. The PHP Group Copyright © 2001-2013. Retrieved 2 April, 2013 from [www.php.net](http://www.php.net).



Schneider, V. E. (2004). Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde: contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

Schneider, V. E., Ben, F., & Carvalho, A. B. De. (2008). Análise Comparativa dos Custos Ambientais Relacionados ao Gerenciamento de RSSS em dois Hospitais da Região da Serra Gaúcha - Brasil. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, 1(4). Retrieved from <http://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/14479>.

Sisinno, C. L. S., & Moreira, J. C. (2005). Ecoeficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. *Cadernos de Saúde Pública*, 21(6), 1893–1900.

Sommerville, I. (2007). *Engenharia de software* (p. 552). São Paulo: Pearson Prentice Hall.

Tavares, A. M. B. (2004). A gestão dos resíduos hospitalares e o papel da autoridade de saúde. Tese de doutorado, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Ventura, K. S., Reis, L. F. R., & Takayanagui, A. M. M. (2010). Avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde por meio de indicadores de desempenho. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 15(2), 167–176.

Wazlawick, R. S. (2010). Análise e projeto de sistemas de informação orientados a objetos. (p. 352). Rio de Janeiro: Campus/SBC.

World Health Organization (WHO, 1999). Health impacts of health-care waste. In A. Prüss, E. Giroult, & P. Rushbrook (Eds.), *Safe management of wastes from health-care activities* (pp. 20–30). Geneva. Retrieved from [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/medicalwaste/020to030.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/020to030.pdf).