

Avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde por meio de indicadores de desempenho

Evaluation of healthcare waste management by performance indicators

Katia Sakihama Ventura

Engenheira Civil. Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Doutora pelo Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Professora assistente da Fatec Jahu e das Faculdades Integradas de Araraquara (Logatti)

Luisa Fernanda Ribeiro Reis

Engenheira Civil. Doutora pelo Departamento de Hidráulica e Saneamento da USP. Pós-doutora pela Exeter University da Inglaterra. Professora titular do Departamento de Hidráulica e Saneamento da USP

Angela Maria Magosso Takayanagui

Enfermeira. Doutora pela USP. Pós-doutora pelo McMaster Institute of Environment and Health do Canadá. Professora associada do Departamento de Enfermagem Materno-Infantil e Saúde Pública da USP

Resumo

O presente trabalho propôs um modelo de avaliação do gerenciamento de RSS em estabelecimentos de saúde, com o uso de indicadores de desempenho. A proposta consistiu em identificar esses indicadores a partir dos dados qualitativos obtidos por entrevistas, cujas respostas foram associadas a escalas numéricas e inseridas no programa *Statistica* (StatSoft®) para efetuar a análise fatorial (AF). Para isso, foi elaborado um roteiro de entrevista, especialmente preparado com 29 variáveis de observação e aplicado a 98 profissionais da saúde da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (SP). Os indicadores de desempenho foram submetidos ao julgamento de especialistas para a sua classificação em ordem de importância, com o uso da matriz de avaliação do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Por fim, foi composto um índice global, que possibilitou a avaliação geral da situação investigada, em uma escala de zero a um, indicando que ações de melhoria para esse gerenciamento devem ser desenvolvidas. Este trabalho foi desenvolvido a fim de estruturar um modelo de avaliação de desempenho por meio da identificação de indicadores qualitativos, auxiliando na eficiência do processo de gerenciamento de resíduos em ambientes de saúde.

Palavras-chave: indicadores de desempenho; resíduos de serviços de saúde; análise fatorial; método AHP; gerenciamento de resíduos.

Abstract

This paper proposed a model of evaluation of healthcare waste (HW) management in health establishments by the use of performance indicators. It was structured to identify these indicators by qualitative data obtained from interviews. The answers were associated to a numerical scale and were inserted in *Statistica* program (StatSoft®) to calculate the factor analysis (FA). A script of interview containing 29 observation variables was especially prepared and applied to 98 health professionals of Santa Casa de Misericórdia de São Carlos, São Carlos (SP), Brazil. Performance indicators were evaluated by experts who ordered them in terms of importance using Analytic Hierarchy Process (AHP) method. Finally, it was composed a global index that allowed the general evaluation of the analyzed situation, in a scale from zero to one, pointing to the actions of improvement to this management. This paper was developed in order to elaborate a model of performance evaluation by the identification of qualitative indicators, promoting an efficient waste management process in health environment.

Keywords: performance indicators; healthcare waste; factor analysis; AHP method; waste management.

Introdução

Os resíduos de serviços de saúde (RSS), quando gerenciados inadequadamente pelos estabelecimentos geradores, oferecem risco potencial ao ambiente e à vida de forma geral, devido às características

biológicas, químicas e físicas que lhes são inerentes. Esse aspecto, aliado ao grande volume de resíduos dessa natureza, que é gerado diariamente por estabelecimentos diversos, tais como hospitais, farmácias, clínicas médicas, laboratórios, clínicas odontológicas, consultórios, ambulatórios, clínicas veterinárias, entre outros, constitui,

portanto, objeto de preocupação de órgãos de saúde, órgãos ambientais, prefeituras, técnicos e pesquisadores da área.

Como reflexo direto dessa preocupação, pode-se mencionar a legislação existente, que estabelece condutas de gerenciamento dos resíduos para os locais onde são prestados serviços de saúde.

Dentre as regulamentações vigentes mais relevantes e recentes sobre os RSS, podem-se citar:

- i) a Resolução RDC nº 306/2004 (ANVISA, 2004) que determina que os RSS sejam separados, acondicionados e coletados de acordo com sua classificação (A – Potencialmente infectantes; B – Químicos; C – Radioativos; D – Comuns; E – Perfurocortantes);
- ii) a Resolução Conama nº 358 de 29/04/2005 que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos RSS e, portanto, aplica-se a todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal (BRASIL, 2005);
- iii) a norma brasileira NBR 10004/2004 (ABNT, 2004) que atribui a responsabilidade do gerenciamento de RSS ao estabelecimento de saúde, desde a geração até a disposição final (art 1º), bem como a necessidade de se elaborar e implantar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS (art 4º);
- iv) a Norma Reguladora (NR) 32/2005, do Ministério do Trabalho, que aborda alguns aspectos de biossegurança e saúde no trabalho em serviços de saúde, destacando as condições mínimas para evitar os riscos biológicos e químicos, e
- v) a NR 9/1995 que aborda sobre o Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais (PPRA) e visa à preservação dos recursos naturais, bem como a proteção da saúde do trabalhador em qualquer situação em que o funcionário/colaborador tiver a possibilidade de sofrer riscos ambientais.

No que se refere ao PGRSS, previsto pela norma brasileira NBR 10004/2004 (ABNT, 2004), nota-se a ausência de instrumentos para a sua avaliação contínua no nível dos estabelecimentos geradores. Essa ausência se deve, em partes, ao fato de os estabelecimentos geradores não obedecerem à clássica relação do produto oferecido ou serviço prestado a um cliente que se mostra satisfeito ou não com ele, para o qual já existe um ferramental em uso.

Pesquisas recentes que estudam o gerenciamento de RSS foram realizadas em alguns países como Estados Unidos, Índia, Arábia Saudita, Tanzânia, Holanda e Finlândia, devido à legislação mais rigorosa e ao elevado custo dos aterros sanitários, quando essas questões são comparadas às do Reino Unido (Tudor *et al*, 2005).

Quando se trata de aspectos gerenciais, algumas regulamentações e normas têm incorporado mudanças de forma rápida ao longo do mundo, no sentido de enfatizar a minimização dos resíduos infecciosos e proteger da contaminação os trabalhadores que os manipulam. No Japão, por exemplo, os resíduos infecciosos são coletados e segregados dos outros resíduos gerados pelo estabelecimento, sendo encaminhados para o incinerador por empresa

especializada em manipulação deste tipo de resíduo (MIYAZAKI e UNE, 2005).

Os custos para a disposição final de resíduos se tornaram cada vez mais elevados. Tal fato poderia mobilizar esforços dos estabelecimentos de saúde para reduzir a quantidade de resíduos na fonte. Apesar do aumento da quantidade gerada e dos diferentes grupos de RSS existentes, o gerenciamento destes tem tomado proporções relevantes às instituições de saúde, de modo a proteger seus trabalhadores da possibilidade de contaminação.

Nesse sentido, ferramentas de avaliação de desempenho podem auxiliar esses estabelecimentos, visando fornecer um panorama sobre a situação dos procedimentos e prática adotados. Avaliar procedimentos normalmente é estratégia adotada pela iniciativa privada para proporcionar conhecimento mais detalhado do assunto investigado e, assim, promover a racionalização de recursos e a reestruturação de pessoal, com o propósito de melhor aproveitamento de suas habilidades e competências nas atividades que realizam dentro das organizações. Os indicadores de desempenho vêm sendo usados como instrumento de apoio às decisões na elaboração de políticas ambientais, pois, segundo Tinoco e Kraemer (2004), são elaborados para simplificar a informação de fenômenos complexos e melhorar a comunicação entre o decisor e o processo.

Deve-se salientar que esses indicadores – empregados com a finalidade de reduzir a quantidade de medidas e parâmetros e simplificar o processo de comunicação, segundo relatos da OECD (1993) – geralmente oferecem ao decisor uma melhor compreensão da situação investigada e permitem providenciar ações para atingir os objetivos e as metas planejados (FIESP, CIESP, s/d).

Cabe ressaltar que este trabalho contribui com o recente projeto de lei de 10/03/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, pois representa um mecanismo de avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, visando à melhoria de processos e procedimentos nas etapas operacionais (segregação, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final), por meio de campanhas de sensibilização aos colaboradores dos estabelecimentos de saúde.

Entre as diretrizes apresentadas no artigo 2º desse projeto de lei, vale destacar:

X – regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação de serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira. (BRASIL, 2010).

No que se refere aos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, de acordo com o exposto no inciso X do artigo 10, deve-se salientar a importância dada à “cooperação técnica e

financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas e de novos produtos". Há também o incentivo ao uso de indicadores de desempenho ambiental em planos de gestão integrada de resíduos sólidos, conforme aponta o inciso IX do artigo 12 dessa política nacional (BRASIL, 2010).

Além disso, o presente estudo propõe o emprego de ferramentas de avaliação de procedimentos por meio de indicadores de desempenho. A estratégia adotada baseou-se em entrevistas a funcionários do estabelecimento de saúde, em consulta a especialistas e em programas estatísticos para associar as observações obtidas na investigação do maior estabelecimento gerador de RSS da cidade de São Carlos (SP), a Santa Casa de Misericórdia de São Carlos. Desta forma, foi possível organizar o trabalho de maneira a apresentar o estabelecimento alvo deste estudo, tratar das técnicas utilizadas para a construção de indicadores, apresentar os resultados obtidos e, finalmente, as conclusões.

Materiais e métodos

O estudo desenvolvido compreendeu as etapas detalhadas a seguir.

Definição do objeto de estudo

No caso do município de São Carlos (SP), localizado a 250 km da capital paulista, a Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos representa o maior estabelecimento gerador de RSS, responsável por, aproximadamente, 50% do total produzido na cidade, cuja totalidade de resíduo coletado e tratado corresponde a um custo aproximado de R\$ 25 mil por mês (SÃO CARLOS, 2008).

O quadro de funcionários da Santa Casa em 2009 era de, aproximadamente, 800 profissionais, composto por médicos, fisioterapeutas, auxiliares e técnicos de Enfermagem, enfermeiros e profissionais que atuam na limpeza e administração do hospital. Existiam 22 setores de responsabilidade da diretoria do hospital, com algumas unidades internas de prestação de serviços. Todos os funcionários e colaboradores externos foram capacitados de forma mais intensa pela instituição a partir de 2006, segundo Silva (2007).

Na busca por indicadores eficazes para a avaliação do gerenciamento dos RSS, optou-se pela investigação sob a ótica dos funcionários que os manipulam direta e indiretamente.

Identificação das variáveis de observação

Para a construção de indicadores sob a ótica dos funcionários, foram observados os procedimentos realizados na Santa Casa de Misericórdia de São Carlos desde a geração dos resíduos até a sua disposição final. Assim, com o uso de um roteiro de entrevista, foi possível identificar 29 variáveis de observação de natureza qualitativa (Tabela 1).

Esse roteiro foi composto de perguntas especialmente preparadas com a finalidade de captar informações como: o entendimento da cadeia geradora de resíduos no estabelecimento de saúde, desde a etapa de geração até a disposição final dos mesmos; a conscientização do funcionário quanto aos procedimentos internos para o manejo dos RSS (segregação, coleta interna, acondicionamento e

Tabela 1 – Variáveis de observação identificadas no estudo com as respectivas escalas de resposta

Escala de Resposta	Variáveis de Observação
1-7	1 – Conhecimento sobre o que representam RSS
1-7	2 – Conhecimento sobre a responsabilidade de gerenciamento dos RSS
1-5	3 – Conhecimento sobre a periculosidade dos RSS
1-7	4 – Nível de observação do funcionário para os procedimentos realizados pelos colegas
1-5	5 – Conhecimento sobre o conteúdo do PGRSS
1-5	6 – Conhecimento sobre normas e leis de gerenciamento dos RSS
1-5	7 – Conhecimento sobre normas e leis de periculosidade dos RSS
1-5	8 – Conhecimento sobre normas e leis de segurança do trabalho
1-5	9 – Importância de normas e leis de biossegurança nos procedimentos realizados internamente
1-7	10 – Frequência de manuseio de RSS
1-7	11 – Conseqüência de manuseio incorreto dos RSS
1-7	12 – Causas de contaminação por manuseio incorreto de RSS
1-3	13 – Tipo de Equipamento de Proteção Individual usado nos procedimentos
1-5	14 – Forma segregação de resíduos praticada pelo funcionário
1-5	15 – Tipo coleta interna de RSS realizada no estabelecimento
1-5	16 – Conhecimento sobre a quantidade de RSS gerada
1-5	17 – Conhecimento sobre o local acondicionamento interno de RSS
1-5	18 – Conhecimento sobre o transporte interno de RSS
1-5	19 – Conhecimento sobre o local armazenamento externo de RSS
1-5	20 – Conhecimento sobre o tipo de tratamento dado aos RSS
1-5	21 – Conhecimento da forma de disposição final dada aos RSS
1-5	22 – Tipo de capacitação a que são submetidos os funcionários
1-7	23 – Frequência de interação da chefia com o funcionário
1-5	24 – Satisfação do funcionário com tipo de capacitação realizado pela chefia
1-5	25 – Conhecimento sobre a existência do PGRSS
1-5	26 – Interesse do funcionário em participar de reuniões sobre RSS
1-7	27 – Julgamento pelo funcionário da viabilidade da coleta seletiva de recicláveis no estabelecimento
1-3	28 – Nível de consciência ambiental do funcionário para segregar os resíduos recicláveis
1-5	29 – Procedimento adotado pelo funcionário em caso de dúvida

armazenamento interno e externo, transporte interno e externo e disposição para coleta regular, coleta seletiva); o interesse e a disposição do funcionário em colaborar nessas fases do manejo; algumas noções de biossegurança como forma de minimizar os riscos de acidentes; as práticas de sensibilização adotadas pela instituição; a orientação transmitida pela Comissão de Controle e Infecção Hospitalar (CCIH), no que se refere aos procedimentos orientados pelas normas e leis pertinentes ao trabalho dentro do estabelecimento de saúde.

Coleta dos dados e avaliação da confiabilidade da amostra

O tamanho da amostra foi estimado considerando-se o número total de funcionários e o erro assumido, de acordo com Arkin e Colton (1963), como se observa na Tabela 2.

Considerando o erro adotado de 10% e o quadro de 800 funcionários, o tamanho mínimo estimado para a amostra foi de 83 indivíduos. Como a autora teve a oportunidade e disponibilidade de tempo, foram realizadas 98 entrevistas.

Cabe salientar que não foi possível entrevistar os médicos do local investigado, e todos os funcionários assinaram o Termo de Consentimento à Pesquisa, registrando a participação voluntária de forma individual, conforme planejamento submetido e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP) da Universidade de São Paulo (USP).

Tabela 2 - Tamanho da amostra correspondente ao erro assumido

Tamanho da Amostra	1%	2%	3%	4%	5%	10%
< 1.000					222	83
1.000				385	286	91
1.500			638	441	316	94
2.000			714	476	333	95
2.500		1250	769	500	345	96
3.000		1364	811	517	353	97
3.500		1458	843	530	359	97
4.000		1538	870	541	364	98
4.500		1607	891	549	367	98
5.000		1667	909	566	370	98
6.000		1765	938	574	375	98
7.000		1842	949	579	378	99
8.000		1905	976	584	381	99
9.000		1957	989	592	383	99
10.000	5000	2000	1000	600	383	99
15.000	6000	2143	1034	606	390	99
20.000	6667	2222	1053	606	392	100
25.000	7143	2273	1064	610	394	100
50.000	8333	2381	1087	617	397	100
100.000	9091	2439	1099	621	398	100
> 100.000	10000	2500	1111	625	400	100

Fonte: Arkin e Colton (1963)

A consistência interna da amostra foi calculada por Cronbach (1951):

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \cdot \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i^2}{S_t^2} \right] \quad \text{Equação 1}$$

onde:

α : coeficiente Alpha Cronbach ($0 < \alpha < 1$);

S_i : variância dos índices obtidos para cada resposta i ;

S_t : variância do total da amostra;

n : número de variáveis de observação (no caso, 29).

Aplicação do modelo fatorial às respostas obtidas pelos entrevistados

Entre os métodos utilizados na literatura para construção de indicadores (KIMURA *et al.*, 1999; KIYAN, 2001; CONCEIÇÃO e QUINTÃO, 2004; PIERRINI, 2004; KRAJNC e GLAVIC, 2005; ROSA, 2006) e avaliação de sistemas de gestão, destacam-se a análise fatorial (AF) e o *analytic hierarchy process* (AHP).

A AF é uma técnica multivariada, que tem a finalidade de agrupar as informações desejadas (variáveis de observação) em um número reduzido de fatores, os quais representam as combinações lineares de tais informações. Estabeleceu-se que o conjunto das variáveis selecionadas obtivesse valor mínimo de α próximo a 0.70, de acordo com as recomendações de Nunnally e Bernstein (1994 apud SAS, 2008). Verificada a confiabilidade da amostra, os dados padronizados foram inseridos no programa *Statistica* (StatSoft®) para realização dos cálculos da AF.

O modelo da AF pode ser expresso pela Equação 2 (MANLY, 1994):

$$X_{ik} = a_{i1} \cdot F_{1k} + a_{i2} \cdot F_{2k} + \dots + a_{iq} \cdot F_{qk} + e \quad \text{Equação 2}$$

onde:

X_{ik} = variável com média zero e variância unitária (para $i = 1, 2, 3, \dots, p$) para a observação k ;

a_{ij} = carga fatorial associada à variável i e ao fator j (para $j = 1, 2, 3, \dots, q$);

F_{jk} = fator comum j com média zero e variância unitária para a observação k ;

e_{ik} = fator específico da variável i de média zero para a observação k .

O quadrado da carga fatorial da variável i relativa ao fator j (a_{ij}^2) representa a contribuição desse fator para a variância total da variável. A soma dos quadrados das cargas fatoriais, por variável, representa a comunalidade, a qual indica a porção da variância total de cada variável explicada pelo conjunto de fatores.

A partir dos valores das cargas fatoriais, foi possível agrupar as variáveis de observação e atribuir nome aos fatores que as reúnem. Para tanto, foi necessária a avaliação do número de fatores representativos do processo, que, no caso, atendeu aos seguintes critérios:

- autovalor (raiz latente ou raiz característica): variância explicada por cada fator. Foram considerados como significativos os autovalores acima de 1;
- teste Scree plot: gráfico, idealizado por Cattell (1966), que relaciona os autovalores com o número de fatores a extrair/reter, de modo a identificar o ponto em que os autovalores tendem a se estabilizar.

Cada fator representa um eixo da AF e, para maximizar a carga fatorial, esses eixos foram rotacionados pelo método do tipo ortogonal Varimax Raw, por produzir resultados mais significativos que outros métodos de rotação. Os valores acima de 0,5 para as cargas fatoriais e comunalidades foram considerados como significativos. É importante destacar que as variáveis, cujas cargas fatoriais apresentam maiores valores absolutos, exercem maior influência sobre o rótulo (nome) do fator. Os fatores neste trabalho foram denominados “indicadores de desempenho”.

Outro parâmetro a ser investigado na AF é o escore fatorial. Os escores fatoriais relacionam as respostas dos entrevistados com os fatores extraídos, por um método semelhante ao da regressão linear. O escore do fator j para o elemento amostral k pode ser avaliado pela Equação 3 (MINGOTI, 2005):

$$E_{jk} = \hat{F}_{jk} = b_{j1} \cdot Z_{1k} + b_{j2} \cdot Z_{2k} + \dots + b_{jt} \cdot Z_{tk} \quad \text{Equação 3}$$

onde: \hat{F}_{jk} = escore fatorial relativo à observação k ($k=1,2,\dots, n$) para o fator j ($j=1,2,\dots, q$);

b_{jt} = coeficiente de regressão linear estimado entre a variável i e o fator j ;

$$Z_{tk} = \frac{X_{tk} - \bar{X}_t}{\sigma_{X_t}} \quad (\text{valor padronizado da observação } k \text{ para a variável } i).$$

Foram feitas diversas simulações com as 29 variáveis e investigou-se a exclusão de cada variável, verificando-se os valores de alpha Cronbach geral e por indicador. Com o auxílio dos programas estatísticos SAS® (SAS Inc.) e Statistica (StatSoft®), foram considerados como critérios para a seleção do melhor conjunto de indicadores ou variáveis:

- a) escore fatorial médio: valores padronizados pela autora entre 0 e 1, visando apontar a classificação geral dos indicadores obtidos pela opinião dos funcionários;
- b) alpha Cronbach geral e por indicador (fator): quanto maior o valor de alpha para o conjunto das variáveis e indicadores, melhor a confiabilidade da amostra;

- c) comunalidade: valor mínimo atingido de 0,5.

Assim, foi possível selecionar 19 variáveis de observação como suficientes à análise pretendida, sem perda significativa de informação.

Avaliação dos indicadores pelos especialistas

Foi necessária a participação dos especialistas para que apontassem suas observações quanto aos indicadores construídos e, conseqüentemente, gerassem parâmetros de referência para comparação entre eles. Para isso, foram consultados oito especialistas, incluindo profissionais liberais e representantes do poder público na área de resíduos e saúde, professores de universidades e representantes de empresas prestadoras de serviço na área de resíduos. A escala de resposta proposta por Saaty (1991) e adotada para o julgamento dos especialistas encontra-se na Tabela 3.

O método empregado foi o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), cujo critério adotado pela autora foi considerar o benefício da informação (variável e indicador) para melhor explicar a situação do gerenciamento de RSS. Por este método, a matriz de respostas obtidas, segundo o juízo de valor de cada especialista, foi preenchida da seguinte maneira:

- 1) cada linha da matriz representou a informação a ser comparada com as demais informações (relativas às colunas), conforme a escala apresentada anteriormente;
- 2) caso a informação da linha tenha sido considerada menos importante que a da coluna, o valor atribuído foi o inverso do valor dado. Por exemplo: informação menos importante que outra e o grau foi 3. Então, o valor dado foi 1/3.

Tabela 3 – Escala adotada para avaliação das variáveis de observação e indicadores (Saaty, 1991)

Grau de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	Ambas as variáveis/ambos os indicadores contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento do especialista favorecem levemente uma variável/um indicador em relação à outra/a outro
5	Importância grande e essencial	A experiência e o julgamento do especialista favorecem moderadamente uma variável/um indicador em relação à outra/a outro
7	Importância muito grande ou demonstrada	A experiência e o julgamento do especialista favorecem acentuadamente uma variável/um indicador em relação à outra/a outro

Por fim, todos os resultados coletados foram reunidos em uma única tabela, na qual cada célula corresponde à média aritmética das pontuações atribuídas pelos especialistas. Ao final, a média aritmética dos valores obtidos por indicador foi calculada por linha, cujo resultado final representou a classificação do indicador em relação aos demais indicadores avaliados. Atribuiu-se a mesma importância a todos os especialistas. Com as variáveis e os indicadores classificados em ordem de prioridade pelos especialistas, por meio do método AHP, foi possível estabelecer um meio de comparação com os resultados apontados pela opinião dos funcionários, por intermédio da AF.

Elaboração do índice global (IG)

O IG corresponde a um valor na faixa de zero (0) a um (1), que pode ser avaliado para cada entrevista individualmente, ponderando-se por pesos as pontuações, ou seja, os escores fatoriais na escala de zero (0) a um (1) por:

$$IG_n = \sum_{j=1}^q \left[\frac{\hat{F}_{nj} - F_{mj\min}}{F_{maxj} - F_{mj\min}} \right] * \bar{W}_j \quad \text{Equação 4}$$

onde:

IG_n = índice global da entrevista n ($n=1, 2, \dots, 98$);

\hat{F}_{nj} = escore do fator j obtido para a entrevista n ;

\bar{W}_j = peso relativo do fator j , avaliado por $\bar{W}_j = \frac{W_j}{\sum_{j=1}^q W_j}$, sendo

W_j o peso médio do fator j obtido conforme indicação do item “Resultados e discussões”.

Assim, F_{maxj} , o máximo valor possível para o fator j , resultante da ponderação dos melhores índices de resposta para as variáveis que compõem esse fator, pode ser expresso por:

$$F_{maxj} = \sum_{i \in \pi_j} C_{ij} \cdot Z_{maxi} \quad \text{Equação 5}$$

F_{minj} , o mínimo valor possível para o fator j , resultante da ponderação dos piores índices de resposta para as variáveis que compõem esse fator, pode ser expresso por:

$$F_{minj} = \sum_{i \in \pi_j} C_{ij} \cdot Z_{mini} \quad \text{Equação 6}$$

onde:

C_{ij} = coeficiente da variável i no modelo de avaliação do escore do fator j ;

π_j = conjunto das variáveis significativas na composição do fator j .

Os parâmetros Z_{max} e Z_{min} representaram, respectivamente, os valores máximo e mínimo da escala de resposta não-padronizada para cada variável. Ambos os valores foram calculados considerando-se

apenas as variáveis mais significativas à avaliação do fator, isto é, aquelas cujas cargas fatoriais apresentaram valores superiores a 0,5.

Assim, Z_{maxi} , o máximo valor da escala de resposta, padronizado para a média e desvio padrão das respostas observadas para a variável i ($i= 1,2, \dots, 19$), significativa à composição do fator j ($j = 1,2,\dots, 7$), pode ser expresso como:

$$Z_{maxi} = \frac{R_{maxi} - R_{medi}}{dpR_i} \quad \text{Equação 7}$$

onde:

R_{maxi} = nível máximo de resposta possível (no caso, 3, 5 ou 7) para a variável i ;

R_{medi} = nível médio das respostas não padronizadas obtidas para a variável i ;

dpR_i = desvio padrão das respostas não padronizadas obtidas para a variável i .

Z_{mini} , o mínimo valor da escala de resposta, padronizado para a média e desvio padrão das respostas observadas para a variável i ($i= 1,2, \dots, 19$), significativa à composição do fator j ($j = 1,2,\dots, 7$), pode ser expresso por:

$$Z_{mini} = \frac{R_{mini} - R_{medi}}{dpR_i} \quad \text{Equação 8}$$

onde:

R_{mini} = nível mínimo de resposta possível (no caso, 1) para a variável i ;

R_{medi} = nível médio das respostas não padronizadas obtidas para a variável i ; e

dpR_i = desvio padrão das respostas não padronizadas obtidas para a variável i .

Portanto, a média aritmética dos índices globais avaliados pela Equação (4) fornece um panorama do gerenciamento dos RSS em nível do estabelecimento em que as entrevistas foram aplicadas.

Resultados e discussões

Considerando as opiniões dos funcionários, o número de fatores extraídos foi sete, de acordo com o *scree plot* (Figura 1) gerado pelo *software Statistica* (StatSoft®), pois o autovalor mínimo admitido foi acima de 1,0.

Cabe ressaltar que o coeficiente de alpha Cronbach geral obtido foi de 0,73, atendendo os critérios preliminares de consistência interna para o uso da AF no modelo.

Os autovalores obtidos pelo *software Statistica* apontaram que 66% da variância total da amostra foi explicada por 7 fatores (indicadores de desempenho), como se observa pela Tabela 4.

Sabe-se que, normalmente, a influência de outras variáveis interfere no agrupamento a partir do terceiro fator. Assim, quanto maior a

variância de um fator, mais significativo à AF ele é, ocupando, consequentemente, as primeiras posições da extração de fatores.

No resultado observado pela Tabela 4, os indicadores 1 e 2 foram os que apresentaram maior variância na amostra, totalizando cerca de 30% da variância total. Isto implica dizer que o problema estudado (gerenciamento de RSS na Santa Casa de Misericórdia de São Carlos) poderia ser condensado preliminarmente nos dois primeiros indicadores.

Cabe ressaltar que o rótulo (nome) atribuído a cada fator foi feito de forma subjetiva pela autora, considerando as cargas fatoriais acima de 0,5.

As informações fortemente correlacionadas ao primeiro fator (F1), responsável por 18,4% da variância da amostra (Tabela 4) e alpha 0,77 (Tabela 5), foram as variáveis 5 (conhecimento do conteúdo do PGRSS), 25 (conhecimento da existência do PGRSS no estabelecimento) e 1 (conhecimento do que representam os RSS). Esse fator foi nomeado como “conhecimento das informações contidas no PGRSS”.

O segundo fator (F2) reuniu as variáveis 2 (conhecimentos sobre a responsabilidade de manuseio e gerenciamento dos RSS), 14 (forma de segregação de resíduos no estabelecimento) e 17 (local de acondicionamento interno de RSS), com valores medianos de correlação entre as variáveis e esse fator. O terceiro fator (F3) foi rotulado de “procedimentos realizados para segregar internamente os RSS”.

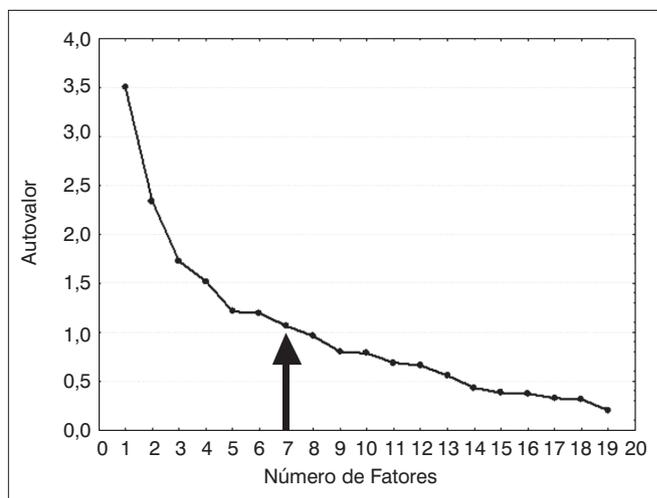


Figura 1 – Scree plot obtido para 19 variáveis retidas na AF

Tabela 4 – Autovalores obtidos para os indicadores

Indicadores	Autovalor	Variância Total (%)	Variância total Acumulada (%)
1	3,5	18,4	18,4
2	2,3	12,3	30,7
3	1,7	9,1	39,8
4	1,5	8	47,8
5	1,2	6,4	54,2
6	1,2	6,3	60,4
7	1,1	5,6	66

Tabela 5 - Cargas fatoriais e comunalidades das variáveis selecionadas pela análise fatorial

Nº	Variáveis	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	Comunalidade
1	Conhecimento sobre o que representam os RSS	0,713	0,147	0,22	0,131	-0,168	0,004	0,018	0,624
2	Conhecimentos sobre a responsabilidade de manuseio e gerenciamento dos RSS	0,253	0,729	-0,149	0,12	-0,211	-0,021	0,149	0,699
5	Conhecimento do conteúdo do PGRSS	0,834	0,02	0,167	-0,009	0,126	-0,036	0,017	0,741
6	Conhecimento de normas e leis sobre o gerenciamento de RSS	0,08	-0,06	0,21	0,811	0,019	0,046	-0,054	0,716
7	Conhecimento de normas e leis sobre a periculosidade de RSS	0,189	-0,057	-0,276	0,78	0	0,096	0,173	0,763
8	Conhecimento de normas e leis sobre a segurança do trabalho	0,116	0,292	0,3	0,603	0,104	-0,235	-0,155	0,642
9	Julgamento da importância de normas e leis para orientação da biossegurança no estabelecimento	0,09	0,135	0,148	0,108	-0,192	0,798	0,035	0,734
11	Conseqüência do manuseio incorreto de RSS	0,214	0,464	-0,168	-0,062	0,1	0,236	0,369	0,495
14	Forma de segregação de resíduos praticada pelo funcionário	0,024	0,681	0,166	-0,051	0,049	0,148	-0,322	0,622
15	Conhecimento sobre o tipo de coleta interna RSS	-0,023	0,419	0,301	-0,387	0,136	-0,223	0,326	0,591
17	Conhecimento sobre o local de acondicionamento interno de RSS	-0,014	0,563	0,217	-0,195	0,495	0,073	-0,134	0,67
18	Conhecimento sobre o transporte interno de RSS	0,122	0,003	0,129	0,122	0,832	-0,186	0,024	0,774
20	Conhecimento sobre o tipo de tratamento dados aos RSS	0,08	0,053	0,768	0,041	0,089	0,022	0,194	0,647
21	Conhecimento sobre a forma de disposição final de RSS	0,234	0,004	0,801	0,016	0,081	0,078	0,041	0,711
22	Tipo de capacitação a que são submetidos os funcionários	0,125	0,023	0,148	0,02	-0,063	0,139	0,737	0,605
23	Freqüência de interação da chefia com o funcionário	0,232	-0,179	0,225	0,033	0,024	-0,343	0,586	0,598
24	Satisfação do funcionário com tipo de capacitação	-0,251	0,399	0,214	0,025	0,183	0,222	0,325	0,457
25	Conhecimento da existência do PGRSS no estabelecimento	0,799	0,085	-0,007	0,265	0,075	0,081	0,186	0,763
27	Julgamento do funcionário sobre a viabilidade de existir coleta seletiva	0,175	0,269	0,325	0,209	-0,466	-0,466	0,061	0,69
	Variância Total (%)	18,4	12,3	9,1	8	6,4	6,3	5,6	
	Alpha Cronbach	0,77	0,55	0,7	0,64	1	1	0,47	

As variáveis 21 (forma de disposição final de RSS) e 20 (tipo de tratamento dados aos RSS) foram as que melhor representaram F3, explicando cerca de 9% da variância que, juntamente com os fatores anteriores, apontaram praticamente 40% da variância total da amostra. As variáveis agrupadas por meio deste fator apresentam correlação mediana entre si, em torno de 0,70. Por se tratarem de informações relativas às preocupações ambientais com os resíduos fora do estabelecimento, F3 foi denominado “noções sobre tratamento e disposição final dos RSS”.

Adotando o mesmo procedimento de interpretação, foram obtidos os rótulos dos demais fatores, apresentados na Tabela 6.

Verificou-se, ainda, que as variáveis agrupadas nos respectivos indicadores de desempenho apresentaram as seguintes características, que podem ser observadas pela Tabela 5:

- os dois primeiros indicadores foram representados pelas cinco primeiras variáveis mais bem posicionadas no ranqueamento, destacando-se, nesta ordem, as variáveis 1, 14, 5, 2 e 17. A variável 25, que está embutida no indicador 1, não obteve uma boa pontuação (0,675) pelos especialistas e ocupou o 13º lugar, diferentemente da opinião dos funcionários que a julgaram relevante;
- a partir da sexta colocação no ranking geral, constata-se a diferença de importância dada às variáveis selecionadas, tanto para os funcionários (resultados obtidos pela AF) quanto para os especialistas (resultados obtidos pelo AHP), evidenciando a diferença de opinião entre esses participantes;
- a análise subjetiva das variáveis, feita de forma preliminar pela autora, identificou a variável 14 (forma de segregação dos RSS praticada pelo funcionário) como a mais importante, pois foi admitido que é a partir dela que o funcionário executa as informações adquiridas. Isto é, se houver motivação e envolvimento dos profissionais em separar de forma correta esses resíduos, todo o gerenciamento destes se torna eficaz e, conseqüentemente, atende as orientações da ANVISA. Essa variável foi apontada pelos

funcionários como medianamente significativa, com carga fatorial no valor de 0,681, e julgada pelos especialistas como relevante ao sistema analisado, pois a pontuação dada permitiu a segunda posição no ranqueamento entre as demais variáveis.

Foi possível constatar que os dois primeiros indicadores (2 – procedimento realizado para segregar internamente os RSS e 1 – conhecimento das informações contidas no PGRSS) foram os mais relevantes na opinião dos especialistas, de acordo com a classificação apresentada pela Tabela 6, com as respectivas ponderações de 1,51 e 1,31.

O índice de avaliação global do gerenciamento de RSS foi de 0,48, na escala de 0 a 1, considerando os sete indicadores de desempenho. Isto permite concluir que ainda há espaço para que novas estratégias sejam planejadas, a fim de melhorar os procedimentos realizados e, conseqüentemente, elevar tal índice em uma nova fase de avaliação. No entanto, essas diretrizes dependerão do interesse da alta administração do estabelecimento.

Conclusões

Os resultados obtidos pela aplicação da AF permitiram a identificação dos indicadores de desempenho que melhor refletiram o processo. Tais indicadores, bem como as variáveis de observação, foram submetidos ao julgamento de especialistas com o propósito de avaliar os respectivos graus de importância, com vistas à avaliação global do processo.

Foi possível a composição de um índice, que uniu os resultados obtidos pelos métodos citados, pontuando a condição do gerenciamento dos RSS, numa escala de zero a um, possibilitando, assim, que ações de melhoria sejam adotadas em direções estratégicas. Reconhece-se, entretanto, que o índice proposto deve ser amplamente testado e reavaliado de tempos em tempos, de forma a manter-se atualizado. Em se tratando de uma proposta pioneira, sugere-se que

Tabela 6 – Resultado Final da Avaliação dos Indicadores feita pelos Especialistas

Fatores = Indicadores de Desempenho	1	2	3	4	5	6	7	Ponderação Final	Ranqueamento
1 - Conhecimento das informações contidas no PGRSS	1	1,26	3,05	2,03	1,06	0,76	1,8	1,31*	2
2 - Procedimento realizado para segregar internamente os RSS	0,79	1	3,57	2,71	1,29	1,25	2,62	1,508	1
3 - Noções do destino final dos RSS conhecida pelo funcionário	0,33	0,28	1	1,13	1,15	0,39	1,16	0,628	6
4 - Conhecimento das regulamentações (em gestão de resíduos e segurança do trabalho) associadas aos procedimentos realizados pelo funcionário	0,49	0,37	0,88	1	1,65	1	1,93	0,878	5
5 - Conhecimento da logística de transporte de RSS praticada no local	0,95	0,78	0,87	0,61	1	1,24	1,84	0,947	4
6 - Estratégias de treinamento desenvolvidas com os funcionários	1,31	0,8	2,56	1	0,81	1	3,09	1,222	3
7 - Importância das regulamentações sobre biossegurança	0,55	0,38	0,86	0,52	0,54	0,32	1	0,507	7
Soma das colunas	5,42	4,87	12,79	9	7,5	5,96	13,44		

* 1,31 = 1,00 / 5,42 + 1,26 / 4,87 + 3,05 / 12,79 + 2,03 / 9,00 + 1,06 / 7,50 + 0,76 / 5,96 + 1,80 / 13,44

diversos aprimoramentos sejam investigados, conforme sugestões de pesquisas futuras.

Quanto aos resultados obtidos, observou-se que tanto os indicadores de desempenho quanto as variáveis agrupadas puderam apontar um conjunto de informações úteis, que possibilitaram a avaliação do gerenciamento dos RSS em questão.

As variáveis foram essenciais, pois, a partir delas, foi possível identificar os referidos indicadores de desempenho. Elas devem ser continuamente avaliadas em estabelecimentos de estudo e em outros estabelecimentos, para aprimorar o modelo proposto e, na medida do possível, possibilitar a generalização dos resultados.

No que se refere aos indicadores de desempenho, acredita-se que as informações transmitidas por eles são relevantes, pois levantaram aspectos de fundamental importância para a implantação e avaliação das estratégias contidas no PGRSS. As diferenças de ranqueamento ocupadas pelos indicadores, tanto para os especialistas quanto para os funcionários, mostraram um nítido destaque para o indicador 2, nomeado “procedimento realizado para segregar internamente os RSS”. Isso é perceptível, pois é a partir desse indicador que todos os demais procedimentos e informações levantadas estão relacionados, ou seja, se houver uma prática adequada e satisfatória por parte dos funcionários, todo planejamento contido no PGRSS será eficaz.

Os demais indicadores também tiveram uma parcela de importância relevante na metodologia de avaliação apresentada, porque mostraram nitidamente quais aspectos necessitam de conhecimentos apurados para melhorar os resultados observados. Por outro lado, os

indicadores de menor destaque também contribuíram para o resultado final dessa avaliação, justamente pelo diferente grau de importância assumido entre especialistas e funcionários.

Denota-se que todos os sete indicadores de desempenho atuaram como uma rede de informações integradas e, portanto, não puderam ser analisados separadamente. A ideia de rede pressupõe a existência de “nós” que ligam ou relacionam informações e dados para melhor auxiliar um sistema em análise. Esses nós são representados pelos indicadores de desempenho (fatores) construídos pelo modelo proposto. Aqueles que possuem maior importância (maior peso/importância segundo um grupo de interesse) podem ser priorizados nas ações gerenciais do estabelecimento, promovendo melhorias no processo avaliado.

Os indicadores qualitativos são mais onerosos para serem elaborados e implantados, pois demandam muito tempo para as fases de levantamento e de interpretação das informações em todo processo de análise. Além disso, esse tipo de indicador exige que haja um profissional ou uma equipe capacitada para realizar a manipulação de programas específicos.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao CNPq pelas bolsas de pesquisa concedidas para o presente estudo, aos professores Dr. José B. Sacomano pelas ideias iniciais e Dr. Jorge Oishi pela orientação metodológica deste trabalho e à diretoria da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos por permitir a realização das entrevistas.

Referências

- ARKIN, H.; COLTON, R.R. *Tables for statisticians*. 2. ed. Nova York: Barnes & Nobel, 1963.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). *NBR 10004 – Resíduos sólidos: classificação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). 2004. *Resolução RDC nº 306, de 07/12/2004*. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br/servicos/aud/arq/normas.htm>>. Acesso em 1 jul. 2005.
- BRASIL. Congresso Nacional. *Projeto de Lei – Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2010. Disponível em <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/501911.pdf>>. Acesso em 26 abr. 2010.
- _____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução n. 358 de 29/04/2005*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, CONAMA, 2005.
- CATTELL, R.B. The screen test for the number of factors. *Multivariate behavioral research*, v.1, p. 245-276, 1966.
- CONCEIÇÃO, S.V.; QUINTÃO, R.T. Avaliação de desempenho logístico da cadeia de suprimentos de refrigerantes. *Gestão & produção*, v. 11, n. 3, p. 441-453, 2004.
- CRONBACH, L.J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*. v. 16, n. 3, p. 297-334, 1951.
- FIESP; CIESP. *Cartilha – Indicadores de Desempenho Ambiental na Indústria*. Disponível em <http://www.fiesp.com.br/download/publicacoes_meio_ambiente/cartilha_indic_ambiental.pdf>. Acesso em 17 jan. 2007.
- KIMURA, H. et al. *Avaliação de desempenho empresarial em novos ambientes competitivos através do Balanced Scorecard*. Disponível em <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/4semead/artigos/Operacoes/>>

- Kimura_Suen_Mori_Ishikawa_e_Hanashiro.pdf>. Acesso em 26 abr. 2007.
- KIYAN, F.M. *Proposta para desenvolvimento de indicadores de desempenho como suporte estratégico*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2001.
- KRAJNC, D.; GLAVIC, P. A model for integrated assessment of sustainable development. *Resources, Conservation & Recycling*, v. 43, n. 2, p. 189-208, 2005.
- MANLY, B.F.J. *Multivariate statistical methods: a primer*. 2. ed. Nova York: Chapman & Hall, 1994.
- MAXIMIANO, A.C.A. *Introdução à administração*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- MINGOTI, S.A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- MIYAZAKI, M.; UNE, H. Infectious waste management in Japan: a revised regulation and a management process in medical institutions. *Waste Management*, v. 25, n. 6, p. 616-621, 2005.
- NUNNALLY, J.C.; BERNSTEIN, I.H. *Psychometric theory*. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1994.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *OECD core set of indicators for environmental performance reviews: a synthesis report by Group o the State of the Environment*. 1993.
- . Disponível em < <http://www.nssd.net/pdf/gd93179.pdf> >. Acesso em 17 jan. 2007.
- PIERRINI, F. *Um estudo sobre medidas de desempenho em transporte urbano de passageiros por trens elétricos*. Dissertação (Mestrado em Gerência da Produção), Universidade Paulista, São Paulo, SP, 2004.
- ROSA, E.B. *Indicadores de desempenho e sistema ABC: o uso de indicadores para uma gestão eficaz do custeio e das atividades de manutenção*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- SAATY, T.L. *Método de análise hierárquica*. Rio de Janeiro: Makron Books do Brasil; McGraw-Hill do Brasil, 1991.
- SÃO CARLOS – SP. Secretaria de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia. *Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde até 2008*. São Carlos: Prefeitura de São Carlos/ SMDS, 2008.
- SILVA, L.F.C. *Geração de resíduos de serviços de saúde da Santa Casa de São Carlos*. São Carlos: Departamento de Hotelaria, 2007.
- Statistical Analysis System (SAS). *SAS Help and documentation*. SAS Institute Inc., 2008.
- TINOCO, J.E.P.; KRAEMER, M.E.P. *Contabilidade e gestão ambiental*. São Paulo: Atlas, 2004.
- TUDOR, T.L.; NOONAN, C.L.; JENKIN, L.E. Healthcare waste management: a case study from the National Health Service in Cornwall, United Kingdom. *Waste Management*, v. 25, n. 6, p. 606-615, 2005.