

Avaliação de desempenho ambiental nas operações de duas empresas regionais de saneamento urbano

Miguel Afonso Sellitto (UNISINOS-RS/Brasil) - sellitto@unisinios.br

• Av. Unisinios 950, CEP 93022-000, São Leopoldo-RS

Miriam Borchardt (UNISINOS-RS/Brasil) - miriamb@unisinios.br

Giancarlo Medeiros Pereira (UNISINOS-RS/Brasil) - gian@unisinios.br

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar um método que organize e priorize indicadores quantitativos, para medição de desempenho em operações de saneamento urbano. O método foi proposto como continuidade teórica de pesquisas anteriores e foi aplicado em duas empresas de saneamento de uma região metropolitana do Brasil. O resultado final de aplicação do método é um índice de desempenho ambiental, variando entre 0 e 100%, composto por indicadores associados a três construtos latentes (uso do solo, emissões atmosféricas, efluentes líquidos, resíduos sólidos, uso de recursos naturais e atendimento à legislação e gestão). Os indicadores foram priorizados por um método de escolha. Uma empresa atingiu 57% e outra 43% do desempenho possível. Em ambos os casos, o construto prioritário para ações estratégicas ambientais foi o uso de recursos naturais. Ambas as empresas deverão priorizar este construto, se quiserem aumentar seus desempenhos ambientais de modo mais consistente.

Palavras-chave: desempenho ambiental; avaliação de desempenho ambiental; estratégia ambiental

Abstract

The aim of this paper is to present a method for organizing and prioritizing quantitative indicators for performance measurement of urban sanitation operations. The method has been proposed as a continuation of previous research theory and was applied in two regional metropolitan sanitation companies in Brazil. The end result of the method is an environmental performance index ranging from 0 to 100%, consisting of indicators related to six latent constructs (land use, atmospheric emissions, liquid effluents, solid waste, natural resources and legal compliance and management). The indicators were prioritized by a method of choice. One company reached 57% and the other 43% of the maximum possible performance. In both cases, the construct for priority strategic action was for the use of environmental resources. Both companies should prioritize this construct if they want to improve their environmental performance more consistently.

Keywords: environmental performance; environmental performance assessment; environmental strategy

1. INTRODUÇÃO

A preocupação formal com o meio ambiente é um fenômeno recente na história da humanidade. Tal preocupação tem se manifestado, a partir dos anos 1960 e de modo mais acentuado ainda, a partir dos anos 1990. A partir desta década, encontros mundiais de importância foram realizados. Dentre estes, pelas decorrências que acarretou, pode-se destacar a ECO-92, no Rio de Janeiro, promovida pela UNCED (*United Nations Conference on Environment and Development*), em 1992. Deste encontro, surgiu a Agenda 21, um programa de referência para a implantação de políticas de preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável. Outros dois encontros de importância foram o de Kioto, no Japão, em 1998, no qual se discutiu o impacto das emissões gasosas ao meio ambiente; e o de Johannesburgo, na África do Sul, também chamado de Rio mais dez, em 2002, promovido pelas Nações Unidas e que tratou de ambiente e desenvolvimento sustentável (MACHADO, 1997; LUZ *et al.*, 2006).

Vários métodos e ferramentas de gerenciamento ambiental e da sustentabilidade têm sido apresentados na literatura. Höjer *et al.* (2008) e Finnveden e Moberg (2005) revisaram ferramentas disponíveis para análise e controle de desempenho em gerenciamento ambiental. Algumas destas ferramentas são os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), os Estudos de Impacto Ambiental (EIA), a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e a Análise do Fluxo de Materiais (AFM). Os autores separam as diversas ferramentas revisadas em ferramentas do tipo processual, que se preocupam com a execução dos procedimentos definidos na estratégia ambiental e analíticas, que também, incluem aspectos técnicos na análise. O uso da série de normas ISO 14000 também, tem sido usada com o mesmo objetivo de gerenciamento de sistemas ambientais. Em particular, dentro da série ISO 14000, cabe à norma ISO 14030 estabelecer critérios para a medição ou avaliação de desempenho ambiental das organizações (SANCHES *et al.*, 2010).

Na implantação do SGA, é importante a utilização de um método que avalie tanto os aspectos gerenciais quanto operacionais dos impactos ambientais da organização. Ou seja, é necessário o uso de indicadores que avaliem o desempenho ambiental da organização e que apreendam as percepções humanas das atividades envolvidas nos processos que causar impactos no meio ambiente (VERDUM e SELLITTO, 2009).

Empresas de saneamento brasileiras, também têm discutido a questão da medição do desempenho ambiental. Um dos modos em que estas empresas têm discutido a questão, é o exigido pelo PNQS (Prêmio Nacional da Qualidade em Saneamento). Outro modo é a adoção de sistemas de medição, organizados sob a forma de indicadores ambientais (PNQS, 2010). Indicadores ambientais podem capturar dados complexos, originados de várias fontes e captados, segundo diversos modelos de cálculo e de mensuração, transformando-os em uma estrutura de fácil comunicação, tal como um índice global composto. Índices globais são o topo de uma pirâmide informacional, em cuja base há dados primários de campo e no meio, indicadores que os apreendam (HAMMOND *et al.*, 1995).

Indicadores podem medir impacto ambiental ou pressão ambiental. Impacto ambiental é o efeito ou mudança causada no ambiente pela ação de uma atividade antrópica. Pressão ambiental é a medida da intensidade ou do potencial que a referida atividade tem para causar o impacto mensurado. Por exemplo, em operações de saneamento, é necessário bombear água de mananciais para armazenagem em locais estratégicos, antes de sua distribuição. Um impacto ambiental ligado a esta operação é o total de energia elétrica consumido, geralmente medido em kWh/m³, bombeado ou transferido. Pressões ambientais exercidas pela operação são apreendidas por grandezas-meio, tais como o rendimento dos motores utilizados na operação ou a topologia da rede de distribuição, pois estas definições exigirão mais ou menos energia do meio-ambiente. Medir o impacto ambiental final, dá mais recurso ao gestor ambiental, mas exige mais informação e eventualmente o uso de modelos matemáticos avançados. Pode ocorrer que gestores escolham apenas medir o desempenho ambiental, por meio de medições e avaliações das pressões ambientais, não dos impactos ambientais complexos e intrincados (MELO e PEGADO, 2002).

O objetivo deste artigo é apresentar dois casos de aplicação, em empresas regionais de saneamento, de um método que foi proposto para a construção de modelos de avaliação de desempenho ambiental, baseados em indicadores categóricos de desempenho. O resultado final da aplicação do modelo é expresso por um índice global, que oscila entre 0 e 100%. Os resultados podem ser comparados com outras operações e serem usados tanto para realimentar ações isoladas, como para mensurar a efetividade de estratégias formuladas de desenvolvimento ambiental, promovidas pelas empresas.

Após a introdução, o artigo está organizado em: (i) revisão sobre modelos de medição de desempenho ambiental em operações de saneamento; (ii) descrição dos métodos de pesquisa e de trabalho; (iii) resultados de aplicação nos casos; (iv) discussão e contribuição dos casos; e (v) conclusões e continuidade. É delimitação de pesquisa tratar de casos em empresas regionais de saneamento. As principais contribuições do artigo são o método de trabalho e os resultados específicos dos casos. Entende-se que seja importante para o robustecimento do método, aplicações em operações diversificadas, como as presentes.

2. DESEMPENHO AMBIENTAL EM EMPRESAS DE SANEAMENTO

Desempenho ambiental é uma medida que descreve como uma operação gerencia sua relação com o ambiente. Algumas dimensões do desempenho ambiental são o desempenho energético, o consumo de recursos materiais e os diversos tipos de relações com o meio. O desempenho ambiental mensurado pode ser usado como subsídio para o planejamento de políticas energéticas e ambientais. Tais políticas podem ser usadas por organizações para responder às exigências da legislação e à crescente preocupação de partes interessadas no desenvolvimento sustentável (SELLITTO *et al.*, 2009a; 2009b; KOHL e SELLITTO, 2010).

Zobel *et al.* (2002) definem desempenho ambiental como a informação analítica oferecida por um conjunto de indicadores que permite comparar entre si ou contra uma referência externa, requisitos ambientais em setores de uma empresa ou em empresas de uma indústria. Melo e Pegado (2002) definem desempenho ambiental como a influência que uma operação industrial causa no ambiente, diferente de desempenho gerencial, que é a eficiência na condução de práticas preservacionistas ou mitigatórias. Para ser controlado, o desempenho ambiental de uma operação deve ser avaliado por julgamento ou medido por indicadores. Segundo Pegado *et al.* (2001), a avaliação do desempenho ambiental pode ser feita, ao menos em parte, por instrumentos formalizados, tais como a avaliação de impacto ambiental e a análise de risco ambiental. Pearson e Barnes (1999) contrapõem que a avaliação do desempenho ambiental não deve se limitar a relatórios e deve incluir medições multidimensionais, representadas por indicadores de desempenho. Luz *et al.* (2006) dizem que avaliação baseada em julgamento pode mudar, conforme o julgador e o momento, o que não ocorre com medições baseadas em indicadores. Acrescentam que é difícil agregar resultados de relatórios, pois a avaliação final trará a subjetividade de quem agrega e julga os relatos. Por outro lado, Dale e Gerlak (2007) alertam que tem surgido uma tendência em avaliar progressos ambientais somente por dados quantitativos, apesar da inerente complexidade presente na gestão de recursos naturais. Os autores relatam casos de inconsistências e inconfiabilidades; e enfatizam a necessidade de modelos estruturados, para o uso de indicadores em medição de desempenho de programas ou estratégias ambientais.

Um dos modos pelos quais as empresas de saneamento avaliam seu desempenho ambiental, é pela aplicação dos critérios do PNQS. Medições e avaliações de desempenho por indicadores, inclusive ambientais, ocupam posição central no esquema do PNQS, embora este considere múltiplos aspectos do gerenciamento de empresas e de operações de saneamento, o que inclui operações de fornecimento de água e de coleta e tratamento de esgoto sanitário.

O Prêmio Nacional da Qualidade em Saneamento (PNQS) foi instituído em 1997 e é promovido pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES, sob a responsabilidade do Comitê Nacional da Qualidade – CNQA. O prêmio se destina às empresas de saneamento estaduais, regionais e municipais, visando a estimular estas empresas a buscarem a qualificação gerencial na execução dos serviços de saneamento. Para tanto, foram escolhidos os mesmos critérios de excelência, que são adotados pela Fundação Nacional da Qualidade na gestão do PNQ, o Prêmio Nacional da Qualidade. São eles: (a) o pensamento sistêmico; (b) o aprendizado organizacional; (c) a cultura de inovação; (d) a liderança e constância de propósitos; (e) a orientação por processos e informações; (f) a visão de futuro; (g) a geração de valor; (h) a valorização das pessoas; (i) o conhecimento sobre o cliente e o mercado; (j) o desenvolvimento de parcerias e (k) a responsabilidade social (VERDUM e SELLITTO, 2009). Seu objetivo é estimular a prática de modelos gerenciais compatíveis com os melhores exemplos mundiais, por meio da promoção e do reconhecimento dos casos de sucesso, que auxiliem no aprimoramento do setor de saneamento ambiental e no aumento da qualidade de vida da população. A apresentação dos resultados deve observar os indicadores de desempenho do Guia de Referência para Medição – GRMD, que se encontra no Guia PNQS, correspondente ao ano da candidatura (PNQS, 2010).

Há quatro categorias de premiação. As três primeiras – Nível I, Nível II e Nível III, avaliam todo o sistema de gestão da organização candidata. A quarta categoria avalia a Inovação da Gestão em Saneamento – IGS, na forma de casos. Os critérios do PNQS permitem avaliar o grau de maturidade da implementação dos Fundamentos da Excelência pelas organizações do setor de saneamento, permitindo avaliar os processos gerenciais e os resultados organizacionais. O PNQS incorpora os fundamentos da excelência em oito critérios para avaliação das categorias Nível I, II e III. Para avaliação da categoria IGS, o PNQS usa quatro critérios de avaliação: A – A Oportunidade, B – A Ideia, C – Os Resultados e D – A Apresentação pública. Estes critérios subdividem-se em Itens e Fatores. O processo de avaliação em todas as categorias é conduzido por uma banca examinadora independente, formada de examinadores e juízes voluntários, preparados pelo CNQA nos critérios de avaliação, alinhados ao Modelo de Excelência em Gestão da FNQ.

Para a avaliação do critério 8, referente aos resultados para as categorias Nível I, II e III, o PNQS adota a metodologia descrita no Guia de Referência para Medição do Desempenho – GRMD. A descrição dos itens relacionados com cada tipo de resultado, inclusive ambientais, usa tabela que apresenta os modelos de cálculo quantitativo para diversos indicadores, inclusive os indicadores ambientais de interesse para esta pesquisa. O PNQS representa um refinamento no uso de informações e aplicações específicas da área de saneamento, usando um mecanismo de construção que pode ser adaptado para outras áreas. É importante destacar a influência do modelo no gerenciamento ambiental global da organização e não apenas no gerenciamento de operações que causam impactos ambientais. Por exemplo, dificilmente um consumidor vai reclamar da presença de metais na água tratada, embora este seja um item verificado e comunicado permanentemente pelas próprias empresas de saneamento (VERDUM e SELLITTO, 2009).

3. A PESQUISA

Sellitto e Ribeiro (2004) propuseram uma estrutura para medição de objetos intangíveis complexos, baseada na teoria das medições, exposta em French (1986), e na filosofia da ciência, que pode ser usada para medição de desempenho ambiental. O ente de topo da estrutura é o termo teórico, explicado por construtos latentes, que se sustentam em conceitos, mais próximos da realidade, explicados por indicadores. Construtos e conceitos estruturam a grandeza intangível em níveis hierárquicos, construídos por teoria, conhecimento empírico ou opinião de especialistas. A medição assume a forma de sistema, desdobrado em sub-sistemas, que recompõem e medem o sistema como um todo.

O artigo tentou responder à questão de pesquisa: (i) como construir um modelo que permita a avaliação do desempenho ambiental de uma operação de saneamento? A resposta deve refutar, reforçar ou corrigir a hipótese, o método proposto. O objetivo de pesquisa é testar um método para construção de modelos para a medição de desempenho ambiental de uma operação de saneamento. Os objetivos secundários são: (i) identificar construtos latentes e indicadores que expliquem o desempenho ambiental da operação; (ii) distribuir importância relativa (cem pontos percentuais) entre os indicadores; (iii) avaliar categoricamente a situação atual dos indicadores e obter um índice final de desempenho ambiental da operação; e (iv) analisar, se houver, as lacunas de desempenho. Para questão do tipo como, usou-se como método de pesquisa, o estudo de caso (YIN, 2001). A contribuição de pesquisa é a descrição específica de dois casos que, se somados a outros, em profundidade e lateralidade crescentes, poderão contribuir para uma futura teoria fundamentada (*grounded theory*) e eventualmente um modelo generalista de medição de desempenho ambiental em operações industriais (ROESCH, 1999).

O método de trabalho partiu da definição empírica de Luz *et al.* (2006), de cinco construtos latentes, capazes de explicar compreensivamente o desempenho ambiental de uma operação antrópica: (i) situação dos resíduos sólidos; (ii) situação dos efluentes líquidos; (iii) situação das emissões atmosféricas; (iv) consumo de recursos naturais na operação; e (v) atendimento às legislações e práticas de gestão. Em sessões de grupo focado, especialistas confirmaram ou modificaram os construtos, distribuíram importâncias relativas entre os mesmos e determinaram indicadores consistentes que os explicassem nas operações estudadas. A distribuição de importância dos indicadores, dentro do construto, foi uniforme. A estrutura foi transformada em questionário aplicado a gestores das empresas, com poder de decisão em temas ambientais, que avaliaram, por julgamento categórico, o desempenho dos indicadores [ótimo = 1; bom = 0,75; médio = 0,5; ruim = 0,25; péssimo = 0]. Multiplicando desempenho e importância, têm-se a contribuição, em pontos percentuais, do indicador ao desempenho ambiental. O construto agrega os indicadores. Se os desempenhos de todos os indicadores forem julgados ótimos, o desempenho final será de 100%.

Para distribuição de importância relativa: (i) selecionaram-se gestores das empresas com capacidade de entendimento da operação, com conhecimento sobre os impactos ambientais da mesma e com autonomia para decisão; (ii) cada gestor distribuiu, entre os cinco construtos, quinze pontos, segundo a escala da tabela 1, conforme a sua percepção de importância do construto para o desempenho ambiental da operação; (iii) os pontos dos construtos foram totalizados (por exemplo, cinco gestores, setenta e cinco pontos distribuídos) e normalizados; e (iv) os valores normalizados formaram um vetor de prioridades e tornaram-se as importâncias relativas dos construtos.

Tabela 1 – Método para distribuir importância entre os construtos

Posição do construto	Pontuação
Mais importante	5 pontos
Segundo em importância	4 pontos
Terceiro em importância	3 pontos
Quarto em importância	2 pontos
Menos importante	1 ponto

3.1. Primeiro caso de aplicação

A empresa estudada opera serviços de saneamento em cidade de região metropolitana do Brasil, atuando em atividades de coleta, tratamento, abastecimento e distribuição de água potável; coleta e tratamento de esgoto cloacal e tratamento e esgotamento pluvial. A empresa surgiu, a partir de iniciativas regionais, motivadas por constantes colapsos no sistema de abastecimento de água na região. São objetivos da empresa: o aumento na qualidade de vida da população e o gerenciamento do sistema de saneamento básico. A empresa é jovem, não tendo ainda vinte anos de operação. A produção média é de 1,7 bilhões de litros de água por mês, para abastecer mais de setenta mil economias ativas, para mais de duzentos e cinquenta mil habitantes. A empresa fornece água potável a mais de 97% da área urbana da sua região de competência. No entanto, menos atenção foi dada ao tratamento do esgoto que, atualmente, cobre menos de 10% da mesma região. Aumentar esta cobertura, tornou-se o objetivo mais representativo da empresa. A empresa tem apoiado ações de educação ambiental, principalmente apoiando ações em escolas da região e pela construção de um laboratório de educação ambiental, que tem oportunizado a estudantes, funcionários da empresa e à comunidade em geral, um maior entendimento sobre as questões de saneamento, conhecer os benefícios que o saneamento proporciona e os malefícios que sua falta pode causar à saúde das populações da região de cobertura da empresa. Para a empresa, a educação ambiental exige co-responsabilidade entre a sociedade, as empresas e o poder público, para a melhoria das condições ambientais e da qualidade de vida da região. Por meio da educação ambiental, a empresa acredita que possa motivar a comunidade quanto ao problema do fornecimento de água, fazendo com que esta tenha uma participação mais efetiva na preservação dos mananciais, cada vez mais escassos na região. Os participantes recebem orientações sobre o tratamento de água, esgoto, situação atual dos arroios e rios da região, resíduos sólidos e outros temas de interesse correlato.

A pesquisa foi conduzida por três pesquisadores, que se valeram da técnica de grupo focado. Participaram das sessões de grupo focado cinco especialistas envolvidos com a gestão ambiental da empresa, dando o enfoque desta área em relação às operações de campo da empresa. A visão dos respondentes não incluiu as estratégias de produção, de expansão e financeira da empresa; só a visão ambiental. Durante as sessões de grupo focado, os membros escolheram os construtos e os indicadores que os explicam. Os construtos foram: uso do solo (20%); emissões atmosféricas (7%); resíduos sólidos (13%); efluentes líquidos (13%); consumo de recursos naturais na operação (27%); e certificações, reconhecimentos e legislação (20%). O grupo distribuiu importância entre os construtos, conforme apontado na revisão. Por opção dos julgadores, a distribuição de importância entre os indicadores de um mesmo construto, foi uniforme: indicadores do mesmo construto receberam a mesma importância. O questionário foi respondido pelo mesmo grupo.

A tabela 2 apresenta a estrutura de avaliação do desempenho ambiental da empresa e sintetiza a avaliação geral, mostrando as distribuições de importâncias entre os construtos, as importâncias dos indicadores, o desempenho de cada indicador e as lacunas por construtos. O desempenho foi levemente superior a 43%. A figura 1 apresenta um gráfico do tipo radar, com as importâncias relativas dos construtos.

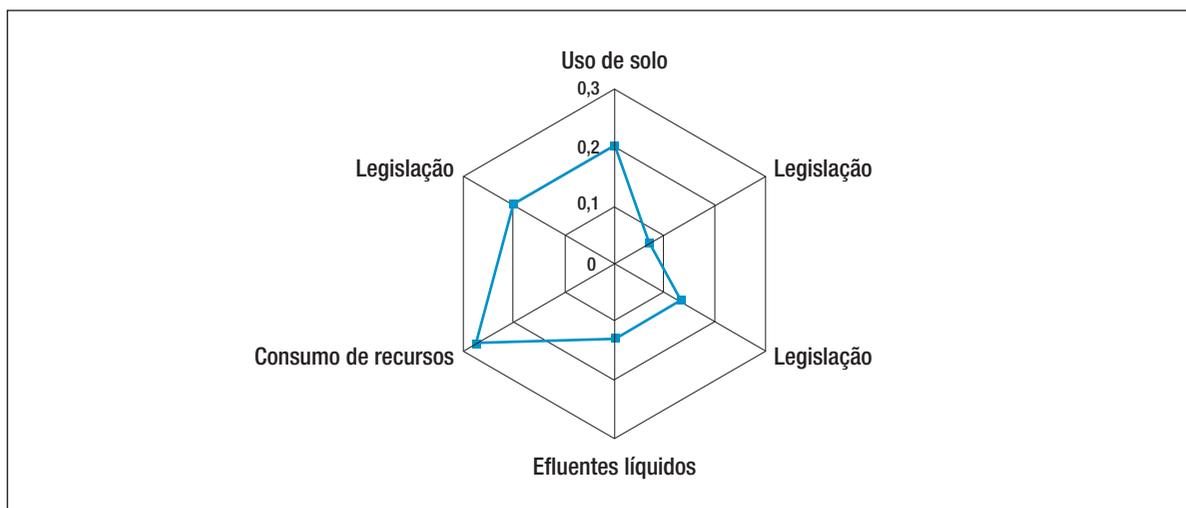


Figura 1 – Distribuição de importância dos construtos do primeiro caso

Tabela 2 – Modelo para avaliação de desempenho ambiental do caso

Construtos	Indicadores	Avaliação					Resultados		
		R1	R2	R3	R4	R5	Média	Desempenho pp	Lacunas pp
Uso dos solos 20%	Escavação Tradicional 5%	0,5	0,5	0,25	0,25	0,5	0,40		
	Escavação MND 5%	1	1	0,75	1	1	0,95		
	Aterro Inerte 5%	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25	0,40		
	Furação de poços 5%	1	1	0,75	0,75	1	0,90		
	Sub-total								13,25
Emissões atmosféricas 7%	CO2 2,33%	0,25	0,25	0	0	0,25	0,15		
	CO 2,33%	0,25	0,25	0	0	0,25	0,15		
	Dióxido de cloro 2,33%	0,25	0	0	0	0,25	0,10		
	Sub-total								0,93
Resíduos sólidos 13%	Lodo resultante do tratamento 3,25%	0,5	0,25	0,25	0	0,25	0,25		
	Material de tubulação 3,25%	0	0	0,25	0	0,25	0,10		
	Materiais de manutenção 3,25%	0	0	0,25	0,25	0	0,10		
	Materiais administrativos 3,25%	0,5	0,5	0,5	0,25	0	0,35		
	Sub-total								2,6
Efluentes líquidos 13%	efluentes sanitários 4,33%	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5	0,65		
	efluentes de veículos 4,33%	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,35		
	efluentes de limpeza de tubulação 4,33%	0	0	0,25	0,25	0	0,10		
	Sub-total								4,77
Consumo de recursos na operação 27%	Uso dos mananciais 4,5%	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,65		
	Uso de energia elétrica 4,5%	0,5	0,5	0,75	0,5	0,25	0,50		
	Uso de ligas de neutralização 4,5%	0	0	0,25	0,25	0	0,10		
	Uso de cloro 4,5%	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	0,65		
	Uso de flúor 4,5%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75	0,55		
	Uso de combustíveis fósseis 4,5%	0,5	0,5	0,25	0,25	0,5	0,40		
	Sub-total								12,83
Certificações, reconhecimento e legislação 20%	Certificações de qualidade ambiental 4%	0	0	0	0	0	0,00		
	PNQS 4%	0	0	0	0	0	0,00		
	Legislação municipal 4%	0,75	1	1	1	0,75	0,90		
	Legislação estadual 4%	1	1	1	1	0,75	0,95		
	Legislação federal 4%	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,45		
	Sub-total								9,2
total								43,6%	56,4%

Quanto ao uso do solo, os indicadores escavação MND e furação de poços tiveram, segundo os julgadores, os desempenhos mais elevados, devido aos cuidados observados nestas operações. O desempenho fez com que o construto ficasse um pouco abaixo da média, cerca de 65% do máximo (contribuição de 13,25 pp, lacuna de 6,75), o que parece um bom desempenho, acima da média geral de 43%.

Quanto às emissões atmosféricas, todos os indicadores foram mal avaliados, o que fez o desempenho construto ficar próximo a apenas 10% (contribuição de 0,93 pp, lacuna de 6,07). Tal desempenho é devido a que, até quanto os especialistas observaram, não há um programa específico de prevenção de emissões, se bem que sua importância no desempenho global da operação seja mínimo, com importância de 7%.

Quanto aos resíduos sólidos, o desempenho próximo a 25% (contribuição de 2,6 pp, lacuna de 10,4), também foi bem abaixo da média geral. Todos os indicadores foram mal avaliados. Até quanto os especialistas observaram, este desempenho foi devido à não existência de programas estruturados, de longo alcance, para estes itens. As ações observadas foram locais e com alguma eficiência, mas baseadas em esforços pouco sistematizados ou sem garantia de continuidade. O lodo de tratamento é destinado corretamente, mas não existe estudo formal que possa definir se há ou não utilização mais nobre para o material. O mesmo se dá com os materiais administrativos. Quanto aos materiais de manutenção e de tubulação, os acúmulos não estão bem organizados e catalogados, de modo a permitir reaproveitamento.

Quanto aos efluentes líquidos, à exceção da água sanitária, que tem boa destinação, os demais indicadores têm mau desempenho, o que dá ao construto desempenho de 37%, abaixo da média geral (contribuição de 4,77 pp, lacuna de 8,23). O indicador água de tubulação, por exemplo, tem mau desempenho, pois esta é eventualmente perdida em vazamentos e é jogada nas vias em ações de manutenção.

Quanto ao consumo de recursos naturais e energéticos na operação, embora o desempenho tenha sido acima da média (mais de 47%), pela alta importância relativa (27%), o construto apresentou a maior lacuna, 14,18 pp. O bom desempenho em alguns dos indicadores se deveu mais a razões econômicas, pois foram observadas ações de controle no consumo de materiais, devido ao seu alto custo, não a uma atitude ambientalmente correta de poupar recursos naturais. Apesar do desempenho razoável, este é o construto que mais contribuiu para que o resultado não fosse o máximo possível. Portanto, é a primeira opção de ações estratégicas de melhoria ambiental.

Por fim, o atendimento a certificações, reconhecimento e legislação teve a segunda maior lacuna (10,8 pp), principalmente pelo atendimento a legislações, o que se entende pelo caráter público do serviço. No entanto, segundo os especialistas, a empresa tem negligenciado importante oportunidade, que são os sistemas de gestão, tais como a ISO-14000 e o Prêmio Nacional de Qualidade em Saneamento, o PNQS. Até onde se observou, não foram percebidas iniciativas na empresa nestas direções.

3.2. Segundo caso de aplicação

A empresa, também opera serviços de saneamento em uma cidade da mesma região metropolitana do primeiro caso. A empresa é pública e foi criada por lei municipal. Sua missão é oferecer abastecimento de água tratada, coleta, tratamento de esgotos e operação do sistema de macro e micro drenagem, atendendo cerca de 200.000 habitantes. A empresa investe em distribuição e saneamento básico, para legitimar seu compromisso com a qualidade de vida no município. Na região em que se localiza, a empresa ostenta a maior cobertura de rede de esgoto, superando a 20% dos moradores, o que ainda é baixo. Há investimentos previstos para atingir a 48%, incluindo tratamento por lagoas de estabilização e banhado controlado. Por meio desses processos, além da remoção de matéria orgânica, haverá remoção de macro nutriente, por exemplo, nitrogênio e fósforo.

A empresa possui e opera duas estações de tratamento de água, que utilizam processos físico-químicos para tornar a água potável. Esses processos são: captação, adução, tratamento, reservação e redes de distribuição. A rede coletora de esgotos possui mais de 65.000 metros e é composta por seis estações elevatórias, que bombeiam o esgoto para uma estação de tratamento de esgotos – ETE. Esta estação opera com tecnologia do tipo Reator Anaeróbico de Leito Fluidizado - RALF, com vazão de 100 litros por segundo. O esgoto passa por vários tratamentos até ficar livre de impurezas. O tanque transforma 80% das características do esgoto sanitário, fazendo com que a água retorne para a bacia hidrográfica, que opera como manancial com mínima poluição.

A pesquisa foi conduzida por três pesquisadores, que se valeram da técnica de grupo focado. Participaram das sessões de grupo focado, especialistas dos seguintes departamentos: operação, manutenção, engenharia, qualidade e gestão ambiental. Todos os membros do grupo focado têm conhecimento dos elementos apresentados pelos pesquisadores e ampla compreensão sobre métodos de avaliação de desempenho ambiental. Durante as sessões de grupo focado, os membros escolheram os construtos, distribuíram importância relativa e escolheram os indicadores. Os construtos foram: emissões atmosféricas (12%); efluentes líquidos (16%); resíduos sólidos (21%); consumo de recursos naturais na operação (25%); e certificações, reconhecimentos e legislação (26%). O grupo distribuiu importância entre os construtos, conforme apontado na revisão. Por opção dos julgadores, a distribuição de importância entre os indicadores de um mesmo construto foi uniforme: indicadores do mesmo construto receberam a mesma importância. O questionário foi respondido em conjunto pelo mesmo grupo, que debateu os temas e encontrou consenso. Portanto, neste caso, não foi possível apreciar a variabilidade nas respostas, tal como ocorreu no primeiro caso.

A tabela 3 apresenta a estrutura de avaliação do desempenho ambiental da empresa e sintetiza a avaliação geral. O desempenho foi levemente superior a 57%. Para a avaliação, foram considerados os objetivos e metas da empresa, conforme as peculiaridades operacionais de infraestrutura, de recursos humanos, projetos, passivos, receitas e característica sócio-econômico-financeira da população atendida. A figura 2 apresenta um gráfico do tipo radar, com as importâncias relativas dos construtos.

Tabela 3 – Modelo para avaliação de desempenho ambiental do caso

Construtos	Indicadores	Resultados		
		Avaliação	Desempenho	Lacuna
Emissões atmosféricas 12%	Metano 2,4%	0,25		
	Sulfeto 2,4%	0,25		
	CO 2,4%	0,25		
	SO 2,4%	0		
	NOx 2,4%	0		
	subtotal		2,4%	9,6%
Efluentes líquidos 16%	DBO5 4%	1		
	DQO 4%	1		
	turbidez 4%	0,75		
	cloriformes 4%	0,75		
	subtotal		14%	2%
Resíduos sólidos 21%	resto de papéis 4,2%	0,75		
	resto de plásticos 4,2%	0,75		
	resto de canos de ferro 4,2%	0,5		
	resto de canos de PVC 4,2%	0,5		
	Sucatas técnicas 4,2%	0,25		
	subtotal		11,6%	9,5%
Consumo de recursos 25%	água captada 8,33%	0,5		
	energia 8,33%	0,25		
	produtos químicos 8,33%	0,25		
	subtotal		8,3%	16,7%
Legislação e gestão 26%	Municipal 5,2%	0,75		
	estadual 5,2%	0,75		
	federal 5,2%	0,75		
	auditoria interna 5,2%	0,75		
	planejamento ambiental 5,2%	1		
	subtotal		20,8%	5,2%
total			57,1%	42,9%

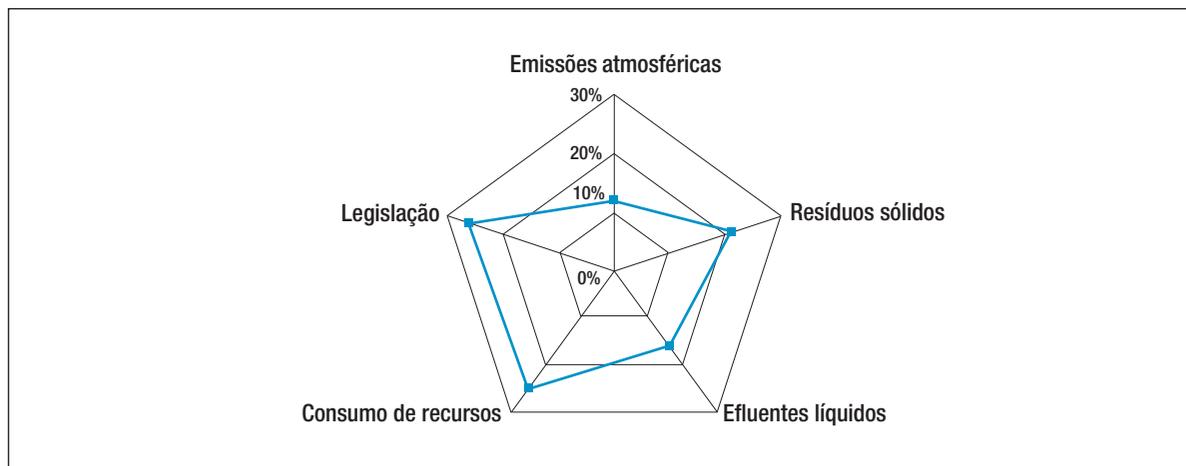


Figura 2 – Distribuição de importância dos construtos do segundo caso

Quanto às emissões atmosféricas, todos os indicadores foram mal avaliados, o que fez o desempenho construto ficar próximo a apenas 2,5%. Tal desempenho é devido a que, até quanto os especialistas observaram, como no primeiro caso, não há um programa específico de prevenção de emissões, se bem que sua importância no desempenho global da operação seja mínimo, com importância de 12%.

Quanto aos efluentes líquidos, todos foram bem avaliados, o que dá ao construto desempenho de 14% em 16% possíveis. Tal desempenho tem a ver com a importância que o setor dá à qualidade da água fornecida aos usuários.

Quanto aos resíduos sólidos, apenas as sucatas técnicas (sobras de equipamentos) foram mal avaliadas, o que fez com que o desempenho do construto ficasse muito próximo de metade do possível (11,6% de 21% possíveis). As sobras de materiais de manutenção e de tubulação não estão bem organizadas e catalogadas, de modo a permitir reaproveitamento.

Quanto ao uso e consumo de recursos naturais e energéticos na operação, o desempenho foi ruim (8,3% de 25% possíveis). O construto apresentou a maior lacuna (mais de 16%), também pela alta importância relativa (25%). O mau desempenho se deveu mais a razões administrativas, pois não foram observadas ações de controle nos energéticos e de produtos químicos. Algumas ações foram observadas na captação e no controle de perdas, principalmente por situações de falta de água, verificada em períodos de rigorosa estiagem na região. Portanto, é a primeira opção de ações estratégicas de melhoria ambiental.

Por fim, o atendimento a certificações, reconhecimento e legislação teve bom desempenho (20,8% de 26% possíveis), principalmente pelo atendimento a legislações e às sucessivas candidaturas da empresa ao PNQS, o que se entende pelo caráter público do serviço. No entanto, segundo os especialistas, a empresa tem negligenciado importante oportunidade, que são os sistemas de gestão, baseados na ISO-14000. Até quanto se observou, não foram percebidas iniciativas na empresa nesta direção.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi relatar um estudo de caso duplo, no qual foi testado um método para gerar modelos capazes de medir o desempenho ambiental, em operações de saneamento urbano. O modelo a que se chegou, é composto por construtos latentes, aos quais foi atribuída importância relativa. Em ambos os casos, o construto de maior importância foi o uso de recursos naturais na operação. Após avaliar o desempenho, foram calculadas lacunas, ou seja, o quanto cada construto deixa de contribuir para máximo desempenho. Em ambos os casos, o construto de maior lacuna, também foi o uso de recursos naturais. Conclui-se que esta é a maior prioridade para melhoria de desempenho ambiental nas duas empresas.

O estudo é exploratório e limitado às operações estudadas. Não são prudentes generalizações a outras operações de saneamento.

O uso do método pode ter implicações em gestão estratégica ambiental das empresas de saneamento. Além de priorizar ações e apoiar a tomada de decisão, o método pode ser útil para comparações entre operações e servir como elo de realimentação para a execução de uma estratégia ambiental. À medida que a mesma vai sendo executada, o modelo vai informando o quanto avança o resultado final e que trocas entre alocações de recursos podem ser favoráveis. Os recursos seriam deslocados de objetivos menos importantes para mais importantes, segundo o modelo. Se o ambiente de negócios ou as exigências ambientais mudarem, o modelo pode mudar, variando as ponderações, retirando e acrescentando indicadores ou construtos. Como o resultado final é normalizado (0 a 100%), é possível formar uma série histórica de desempenho, que reflita a trajetória irreversível de um fenômeno complexo, tal como o desempenho ambiental de uma operação de fabricação de grande porte.

Uma limitação do modelo é o uso de avaliações, que se valem de julgamentos de especialistas, em oposição a medições, que se valem de medições físicas de variáveis de campo e de modelos matemáticos, que usam as medições para o cálculo dos indicadores. Quando se usam medições físicas, são necessárias considerações estatísticas, pois geralmente as variáveis medidas são do tipo probabilístico.

Como continuidade, o modelo será testado em outras operações de serviços, tais como operadores logísticos e transportes. A aplicação do modelo ao longo de operações logísticas, pode identificar os pontos frágeis no desempenho ambiental de cadeias produtivas e contribuir para sua gestão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DALE, L.; GERLAK, A. It's all in the numbers: acreage tallies and environmental program evaluation. **Environmental Management**, v.39, n.2, p.246-260,2007.
- FINNVEDEN, G.; MOBERG, Å. Environmental systems analysis tools: an overview. **Journal of Cleaner Production**, v.13, n.6, p.1165-1173, 2005.
- FRENCH, S. **Decision theory: An introduction to the mathematics of rationality**. Chichester, West Sussex., UK: Ellis Horwood, 1986.
- HAMMOND, A.; ADRANSE, A.; RODENBURG, E.; BRYANT, D.; WOODWARD, R. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**, N. York: World Resources Institute, 1995.
- HÖJER, M.; AHLROTH, S.; DREBORG, K.; EKVALL, T.; FINNVEDEN, G.; HJELM, O.; HOCHSCHORNER, E.; NILSSON, M.; PALM, V. Scenarios in selected tools for environmental systems analysis. **Journal of Cleaner Production**, 16: 1958-1970, 2008.
- KOHL, C.; SELLITTO, M. Avaliação do desempenho ambiental de um operador de serviços logísticos por indicadores categóricos. **Estudos Tecnológicos**, v.5, n.4, p. 284-301, 2010.
- LUZ, S.; SELLITTO, M.; GOMES, L. Medição de desempenho ambiental baseada em método multicritério de apoio à decisão: estudo de caso na indústria automotiva. **Gestão & Produção**, v.13, n.3, p.557-570, 2006.
- MACHADO, L. Qualidade Ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos. *In*: MARTOS, H.; MAIA, N. (org.). **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: Editora USP, 1997.
- MELO, J.; PEGADO, C. Ecoblock: A method for integrated environmental performance evaluation of companies and products (construction case-study). *In*: 5th International Conference on EcoBalance 2002, Tsukuba, Japão, 2002. **Anais...** The Society of Non-traditional Technology, Tsukuba. 2002.
- PEARSON, J.; BARNES, T. Improve Environmental Performance Through Community Action. **Eco-Management and Auditing**, v.6, p.76-79, 1999.
- PEGADO, C.; MELO, J.; RAMOS, T. Ecoblock: método de avaliação do desempenho ambiental. *In*: Congresso Nacional de Engenheiros do Ambiente. APEA, Lisboa, 2001. **Anais...** Lisboa, APEA, 2001.
- PNQS - PRÊMIO NACIONAL DE QUALIDADE EM SANEAMENTO. **Guia PNQS 2010**. Disponível em: www.pnqs.com.br Acesso em: 25/05/2010.

- ROESCH, S. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. S. Paulo: Atlas, 1999.
- SANCHES, R.; SOUSA, S.; OMETTO, A.; PACCA, S. A utilização da avaliação do ciclo de vida em sistemas de gestão ambiental: modelos de aplicação. *INGEPRO*, v.2, n.6, p.90-98, 2010.
- SELLITTO, M.; RIBEIRO, J. Construção de indicadores para avaliação de conceitos intangíveis em sistemas produtivos. *Gestão & Produção*, v.11, n.1, p.75-90, 2004.
- SELLITTO, M.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. Avaliação de desempenho ambiental em duas operações de fabricação de pequeno porte. *Anais do XVI SIMPEP*. Bauru: UNESP, 2009a.
- SELLITTO, M.; BORCHARDT, G.; PEREIRA, G. Avaliação de desempenho ambiental em duas operações de fabricação de grande porte. *Anais do XXIX ENEGEP*. Salvador: ABEPRO, 2009b.
- VERDUM, V.; SELLITTO, M. Avaliação de desempenho energético em uma instituição de ensino. *Revista Liberato*, v.10, p.15-33, 2009.
- YIN, R. **Estudo de caso**: planejamento e método. P. Alegre: Bookman, 2001.
- ZOBEL, T.; ALMROTH, C.; BRESKY, J.; BURMAN, J. Identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: an approach to a new reproducible method based on LCA methodology. *Journal of Cleaner Production*, v.10, n.4, p.381-396, 2002.

6. RECONHECIMENTO

Os autores reconhecem a importância dos gestores e das empresas que participaram da pesquisa. A pesquisa foi financiada, em parte, pelo CNPq.