

Proposta de sistema de indicadores de desempenho para gestão sustentável em canteiros de obras

Proposal of a performance measurement system for sustainable management on construction site

Lidiane de Brito Almeida 

Dayana Bastos Costa 

Elaine Pinto Varela Alberte 

Resumo

Ainda que diversos métodos para gestão sustentável em canteiro de obras tenham sido desenvolvidos nos últimos anos, observa-se a falta de ferramentas para medir e avaliar o desempenho da gestão. O objetivo deste estudo é propor um sistema de indicadores (SI) para avaliar o desempenho da gestão sustentável em canteiros de obras, definindo boas práticas como estratégia para apoiar a implementação desse sistema e a mitigação dos impactos ambientais. A abordagem de pesquisa adotada é o *Design Science Research* e envolve as etapas de (1) revisão bibliográfica, para identificar as boas práticas e indicadores propostos nas pesquisas; (2) levantamento de dados, para avaliar a utilização dos indicadores propostos; (3) implementação piloto do SI proposto em um canteiro de obra; e (4) avaliação do SI, dos impactos positivos esperados, da implementação e monitoramento das ações, e da operacionalidade e facilidade do SI. As principais contribuições deste artigo são o desenvolvimento do Sistema de Indicadores para Gestão Sustentável em Canteiros de Obras (SIGS), composto de 26 indicadores, em que foram estabelecidos critérios objetivos que avaliam os impactos ambientais; a identificação de boas práticas para a redução dos impactos ambientais; e a identificação de fatores facilitadores e dificultadores para a implementação do SIGS.

Palavras-chave: Medição de desempenho. Gestão sustentável. Canteiro de obras.

Abstract

Although several methods for sustainable management on construction sites have been developed in recent years, not enough tools are available to measure and evaluate its performance. The aim of this study is to propose a measurement system to evaluate the performance of sustainable management on construction sites, determining good practices as a strategy to support the implementation of those indicators and the mitigation of environmental impacts. The research approach adopted was Design Science Research, involving the following steps: (1) a literature review, to identify good practices and indicators proposed in this research study; (2) data collection, to evaluate the use of the proposed indicators; (3) pilot implementation of the proposed performance measurement system on a construction site; and (4) evaluation of the performance measurement system, expected positive impacts, implementation and monitoring of actions, and the usability and ease of the SI. The main contributions of this study are the development of the Performance Measurement System for Sustainable Management in Construction Sites (SIGS), consisting of 26 indicators, in which objective criteria were established to evaluate the environmental impacts; identifying good practices for reducing environmental impacts; and the identification of facilitating factors and hindering factors for SIGS implementation.

Keywords: Performance measurement. Sustainable management. Construction site.

¹Lidiane de Brito Almeida
Universidade Federal da Bahia
Salvador - Bahia - Brasil

²Dayana Bastos Costa
Universidade Federal da Bahia
Salvador - Bahia - Brasil

³Elaine Pinto Varela Alberte
Universidade Federal da Bahia
Salvador - Bahia - Brasil

Recebido em 14/03/19
Aceito em 15/08/19

Introdução

A última década testemunhou um nível crescente de atenção à sustentabilidade e ao desenvolvimento sustentável em todos os setores do mundo, inclusive na indústria da construção (ZUO *et al.*, 2012).

Um projeto de construção pode ser considerado sustentável somente quando são levadas em consideração todas as diferentes dimensões da sustentabilidade (ambiental, econômica e social), pois elas estão inter-relacionadas e a interação do edifício com seu entorno tem importantes ramificações (MATEUS; BRAGANÇA, 2011). Para Yilmaz e Bakiş (2015), a construção sustentável é a aplicação de princípios de desenvolvimento sustentável ao ciclo de vida da construção, desde o planejamento, execução e operação até a demolição.

Especificamente na etapa de construção, todos os possíveis danos que possam ser gerados no canteiro de obras devem ser cuidadosamente monitorados para analisar o que pode ser evitado, pois esses locais podem gerar impactos significativos (VAZQUEZ *et al.*, 2011). Neste artigo, entende-se que canteiro de obra de baixo impacto é aquele que adota e monitora as ações sustentáveis no canteiro, estabelecendo estratégias e valores de referência para a redução dos impactos ambientais, sociais e econômicos.

Estudos recentes vêm buscando entender, operacionalizar e identificar as dificuldades para a adoção da gestão sustentável nos canteiros. O estudo de Thomas e Costa (2017), por exemplo, destaca uma carência de conhecimento sobre como implantar um canteiro de obra de baixo impacto ambiental, inclusive indicar quais os recursos necessários, por quem e quando devem ser implantados, e quais as condições e premissas para ter canteiros de obra mais sustentáveis.

Gehlen (2008) afirma que, apesar de existir o conhecimento sobre o tema, os profissionais não sabem como aplicá-lo, mostrando a necessidade do desenvolvimento e difusão de ferramentas que fortaleçam o sistema de aprendizado e orientem a absorção de novas práticas pelo setor de gestão sustentável no canteiro de obras. Gangolells *et al.* (2009, 2011) destacam que os desafios e os obstáculos mais comuns encontrados pelas organizações de construção durante o processo de implementação e uso dos sistemas de gestão ambiental (SGA) são a identificação e a avaliação de impactos ambientais na fase de projeto e construção, a falta de ferramentas para apoiar as empresas quanto à implementação dos SGA e a falta de um banco de dados para comparação com outros projetos de construção.

Um dos meios para medir e avaliar a tendência à sustentabilidade é pelo uso de indicadores adequados (BOSSEL, 1999). Tam *et al.* (2006) argumentam que uma simples, direta e efetiva série de indicadores de desempenho ambiental pode ajudar as organizações de construção a direcionarem seus focos, uso de recursos e comparação de seus desempenhos.

Apesar do reconhecimento da importância dos indicadores para a medição do desempenho da gestão sustentável na construção, observa-se uma carência de estudos sobre o tema, principalmente de indicadores voltados para a gestão no canteiro de obra. Percebe-se ainda que, apesar do elevado número de pesquisas sobre construções sustentáveis, poucos trabalhos foram desenvolvidos com foco na proposição de Sistema de Indicadores para Gestão Sustentável em Canteiros de Obras (SIGS), associado aos impactos gerados pela aplicação de boas práticas de sustentabilidade na fase de execução da construção. Costa e Formoso (2004), Gutierrez *et al.* (2015) e Star *et al.* (2016) destacam que, apesar da grande atenção dada para a criação de sistemas de medição de desempenho, pouca atenção é dada na implementação, uso e revisão deles.

Nesse sentido, o objetivo principal deste estudo é propor um sistema de indicadores que tenha critérios objetivos para avaliar o desempenho da gestão sustentável em canteiros de obra. Como objetivos específicos tem-se: definir boas práticas de sustentabilidade no canteiro como estratégia para apoiar a implementação desses indicadores e mitigação dos impactos; identificar fatores facilitadores e dificultadores para sua implementação; e estabelecer resultados que possam fornecer dados quantitativos acerca do desempenho ambiental para avaliação e comparação entre canteiros de obra. Para essa proposição, um conjunto de indicadores para gestão sustentável em canteiros foi identificado na revisão da literatura, avaliados por meio de levantamento de dados com gestores de obra com experiência em gestão sustentável e, posteriormente, revisados, implementados e avaliados em um canteiro de obra durante 10 meses.

Boas práticas e indicadores para gestão sustentável em canteiros de obras

Visando identificar as boas práticas para o SIGS, bem como os indicadores para seu monitoramento, foi realizada uma revisão da literatura de metodologias brasileiras propostas por diversos pesquisadores com foco

em canteiros de obra. Dos trabalhos encontrados sobre o tema foram selecionados nove: Gehlen (2008), Araújo (2009), Lima (2010), Oliveira (2011), Priori Junior (2011), Coutinho (2013), Guimarães (2013), Thomas (2013) e Vasconcelos (2013). A escolha pela revisão de metodologias brasileiras se deu pelo fato de se entender que elas foram desenvolvidas para atender ao contexto nacional, sendo grande parte baseada em referências internacionais.

Quanto às boas práticas, foram identificadas nessas metodologias 713 práticas, muitas delas propostas em duas ou mais metodologias. Buscando simplificar e organizar a análise, as boas práticas foram agrupadas em sete categorias, que abrangem os aspectos ambientais, sociais e econômicos, e foram selecionadas de 2 a 4 práticas com maiores incidências dentre as metodologias revisadas que representassem a categoria estudada, conforme a seguir:

- (a) aspectos sociais (AS): aborda temas relacionados à qualificação, saúde e segurança dos funcionários, além de boas práticas com a vizinhança, governo, fornecedores e demais envolvidos no processo;
- (b) consumo de água (CA): propõe ações para a redução do consumo de água por meio do uso de dispositivos economizadores e de outras ações gerenciais;
- (c) consumo de energia (CE): propõe ações para a redução do consumo de energia por meio do uso de dispositivos economizadores e de outras ações gerenciais;
- (d) consumo de materiais (CM): aborda ações de compras responsáveis e de redução e controle do consumo de materiais;
- (e) gestão de resíduos e emissões (GRE): trata das ações para mitigação dos impactos causados pelos resíduos, por emissão de material particulado e por ruídos;
- (f) instalações provisórias (IP): aborda ações visando ao conforto e à segurança dos ocupantes, transeuntes e vizinhança; e
- (g) relação com o entorno (RE): propõe ações de mitigação dos impactos causados ao entorno da obra.

A partir dessa revisão, observou-se que muitos trabalhos acadêmicos já foram desenvolvidos abordando soluções para o tema GRE, porém a adoção das ações de boas práticas ainda está ausente na maioria dos canteiros de obra. Na pesquisa realizada por Guimarães (2013), a gestão de resíduos e emissões teve 88% das diretrizes consideradas como importantes e muito importantes pelas construtoras, porém o número de diretrizes adotadas nas empresas entrevistadas pela autora foi de apenas 20%.

Quanto a potenciais indicadores de monitoramento, Priori Júnior (2011) apresenta dez em sua pesquisa, entre eles a racionalização no consumo de água e energia, o desperdício e reaproveitamento de materiais, o bem-estar do funcionário em seu ambiente de trabalho, a retenção de funcionários e diminuição da rotatividade e a relação com a vizinhança. Thomas (2013) e Thomas e Costa (2017), por sua vez, propuseram indicadores de boas práticas com base em *checklist* de monitoramento, podendo este ser desdobrado nos aspectos de consumo de materiais, resíduos, poluição da água, solo e ar, saúde e segurança, e instalações provisórias.

Além desses estudos, foram identificados na literatura os indicadores exigidos pelo Sistema de Avaliação de Conformidade (SiAC), do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), quais sejam, indicador de geração de resíduos ao longo e ao final da obra, indicador de consumo de água ao longo e ao final da obra, e indicador de consumo de energia ao longo e ao final da obra (MINISTÉRIO..., 2017).

Método de pesquisa

A abordagem de pesquisa adotada neste artigo é a *Design Science Research*, que tem o propósito de criar artefatos para alcançar metas e que consiste em duas atividades básicas: construir e avaliar esses artefatos (MARCH; SMITH, 1995). O presente artigo se enquadra nessa abordagem, pois o artefato proposto envolve a concepção, a implementação e a avaliação de um SIGS, tendo sido realizado em estreita associação com as percepções e demandas de equipes de obra. A Figura 1 apresenta o delineamento da pesquisa, e as etapas serão detalhadas a seguir.

Conhecimento do problema

Nesta etapa realizou-se uma revisão da literatura com vistas a identificar e classificar boas práticas e indicadores de sustentabilidade aplicáveis a canteiro de obra. A partir dessa revisão foi proposto o Quadro 1, que associa as 20 práticas mais recorrentes identificadas e indicadores que podem permitir a mensuração do

desempenho delas no canteiro de obra. Esse quadro é usado como ponto de partida na concepção do sistema de indicadores no presente artigo, a ser detalhado nas seções a seguir.

Sugestão

Foi realizado um levantamento de dados com especialistas em gestão sustentável em canteiros de obra (gerente de contrato, coordenador da qualidade e diretores) com o objetivo de avaliar os 20 indicadores propostos a partir da revisão da literatura (Quadro 1).

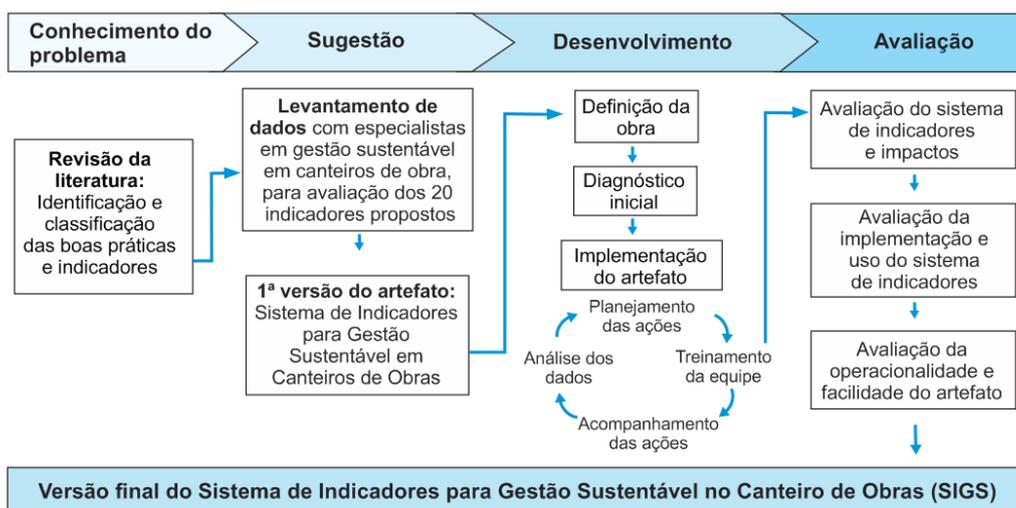
Por meio da aplicação de um questionário, os especialistas avaliavam cada um dos 20 indicadores em uma escala qualitativa entre Sim (concorda totalmente), Parcial (concorda parcialmente) e Não (discorda totalmente) para cada um dos quatro critérios propostos a seguir:

- (a) relevância para impacto: considera que o indicador é relevante para a avaliação do impacto no processo em questão (redução de resíduos gerados, por exemplo);
- (b) baixo custo: considera que o custo para coleta, processamento e análise do indicador é inferior ao benefício da informação obtida;
- (c) comparação interna e externa: considera que o indicador poderá ser usado para comparar o desempenho entre as obras da empresa e obras de outras empresas;
- (d) utilizado pela empresa: sim, caso a empresa utilize o indicador em todos os seus canteiros; parcial, caso utilize ou utilizou o indicador em algum de seus canteiros; ou não, não utiliza o indicador.

Os respondentes foram captados a partir de banco de dados de construtoras que atuam na Bahia, fornecido pelo Sinduscon-BA. Desse banco foram selecionadas 40 empresas, que atendiam ao perfil para a realização do levantamento. A aplicação dos questionários ocorreu de dezembro de 2016 a fevereiro de 2017 via *Google Forms*. Devido ao baixo retorno das respostas, também foram realizadas aplicações presenciais, obtendo-se no final um retorno de 25 questionários respondidos e válidos, o que corresponde a 63% dos questionários enviados.

Na análise dos dados foram considerados prioritários os indicadores que tinham maior avaliação positiva no critério relevância para o impacto, seguido do critério baixo custo. Os critérios comparação interna e externa e utilizado pela empresa foram analisados no caso de empate dos critérios prioritários. Como resultado desse levantamento de dados foi desenvolvida a primeira versão do artefato, ou seja, o SIGS.

Figura 1 - Delineamento da pesquisa



Quadro 1 - Seleção das boas práticas mais citadas em nove publicações de pesquisas analisadas, agrupadas em sete categorias e associadas aos indicadores propostos

Categorias	Boas práticas mais citadas nas metodologias pesquisadas	Indicadores propostos
Aspectos Sociais (AS)	Treinar os colaboradores quanto às ações sustentáveis adotadas no canteiro Prover ações relativas aos cuidados com a saúde e a segurança dos funcionários Capacitar profissionalmente dos colaboradores	Índice de capacitação da mão de obra Número de ações de qualidade de vida no canteiro de obra
Consumo de água (CA)	Utilizar sistemas economizadores Realizar inspeções preventivas para evitar o desperdício de água Promover medições e acompanhamento do consumo	Consumo de água ao longo da obra Consumo de água ao final da obra Utilização de componentes economizadores de água
Consumo de Energia (CE)	Utilizar equipamentos e aparelhos com baixo consumo de energia Medir e monitorar o consumo de energia	Consumo de energia ao longo da obra Consumo de energia ao final da obra Utilização de componentes economizadores de energia
Consumo de Materiais (CM)	Incorporar critérios de sustentabilidade na seleção de produtos Identificar indicadores e formas de monitorar o consumo de materiais da obra	Perda de concreto Percentual de materiais adquiridos com baixo impacto ambiental
Gestão de Resíduos e Emissões (GRE)	Implantar e monitorar o plano de gerenciamento de resíduos Utilizar os resíduos de construção na própria obra Controlar as emissões de ruídos Umedecer as superfícies para redução da poeira	Geração de resíduos ao longo da obra Geração de resíduos ao final da obra Percentual de resíduos beneficiados Custo para destinação final dos resíduos Economia gerada com a doação/venda dos resíduos Número de reclamações de ruído Número de reclamações de poeira
Instalações Provisórias (IP)	Planejar o leiaute das instalações com foco na eficiência energética Definir e implantar medidas para a contenção e prevenção da erosão Utilizar tapumes de materiais reaproveitáveis e mantê-los em boas condições	Qualidade das instalações provisórias
Relação com o Entorno (RE)	Implantar medidas de proteção e preservação da vegetação remanescente Conservar as vias públicas e calçadas em bom estado Adotar procedimentos de comunicação com a vizinhança	Índice de reclamações da vizinhança Número de comunicados enviados à vizinhança

Fonte: adaptado de Gehlen (2008), Araújo (2009), Lima (2010), Oliveira (2011), Priori Junior (2011), Coutinho (2013), Guimarães (2013), Thomas (2013), Vasconcelos (2013) e Ministério das Cidades (2017).

Desenvolvimento

Nessa etapa foi realizado estudo empírico para implementar o SIGS proposto e as ferramentas desenvolvidas, quais sejam:

- (a) quadro para planejamento das boas práticas a serem implementadas;
- (b) planilha em Excel de cada indicador proposto para coleta, processamento e análise dos dados; e
- (c) matriz de responsáveis pela coleta de indicadores por setor da obra.

O estudo foi realizado na Obra A, com área total do terreno de 22.800,00 m², para a construção de 400 apartamentos, distribuídos em 20 blocos com 5 pavimentos, e áreas comuns. A obra iniciou-se em setembro de 2017, com prazo de conclusão de 12 meses. Essa obra foi escolhida por atender aos critérios preestabelecidos para a implementação do artefato, tais como acompanhamento desde o início das atividades

da obra, localizada na região metropolitana de Salvador, adoção de práticas de sustentabilidade em canteiro de obra, certificação do SiAC-PBQP-H e empresa parceira do grupo de pesquisa.

A etapa inicial do estudo empírico envolveu um diagnóstico da obra com o objetivo de entender como funcionava seu sistema de gestão ambiental, bem como quais boas práticas e indicadores já eram utilizados. A implementação do SIGS ocorreu de setembro de 2017 a junho de 2018 e foi realizada seguindo um ciclo de quatro atividades principais, descritas a seguir:

- (a) planejamento das ações: em conjunto com a equipe da construtora responsável pela área de meio ambiente e qualidade (coordenadora, analista e assistente) foram definidos os indicadores e boas práticas a serem implantados na Obra A, bem como responsáveis e prazos. Para tanto, utilizou-se a ferramenta desenvolvida denominada de quadro para planejamento das boas práticas a serem implementadas, conforme exemplificado na Figura 2;
- (b) treinamentos da equipe: onze pessoas da obra (dois estagiários, assistente, auxiliar e analista de engenharia, gerente da obra, encarregado de obras, almoxarife, chefe do setor pessoal, analista de planejamento e técnico de segurança) foram capacitadas a utilizar a ferramenta planilha em Excel para coleta, processamento e análise dos dados;
- (c) acompanhamento das ações: foram realizadas 20 visitas ao canteiro ou à sede da empresa, de cerca de 2 h cada, para acompanhar e colaborar com a implementação das ações. Durante as visitas foi realizado o acompanhamento da coleta e a análise dos dados relativos à geração dos indicadores e implantação das boas práticas adotadas nos diversos setores da obra. Para auxiliar nessa coleta foi utilizada a ferramenta matriz de responsáveis pela coleta de indicadores por setor da obra, que indica os prazos predefinidos; e
- (d) análise dos dados: os resultados dos indicadores foram discutidos entre os gestores na obra e divulgados mensalmente para todos os interessados por meio de gráficos publicados no canteiro de obra e enviados por e-mail. Mediante a análise dos dados foi possível rever algumas ações, adaptando-as às necessidades da obra, como a exclusão de alguns indicadores previamente planejados, além da identificação de oportunidades de melhorias na gestão sustentável no canteiro. Os pesquisadores elaboraram ainda dois relatórios de resultados sobre o processo da implementação das ações, além de terem realizado dois seminários para apresentação dos resultados, que contaram com a participação dos diretores da empresa e da equipe técnica e administrativa da obra.

Figura 2 - Quadro para planejamento das boas práticas a serem implementadas



Boas Práticas (BP) - Aspectos Sociais	Como	Quem	Quando
Promover treinamentos contínuos dos trabalhadores, quanto à aspectos de sustentabilidade, saúde, segurança, procedimentos operacionais, dentre outros.			
Promover programas de qualidade de vida no canteiro. Sugestões de temas: alcoolismo, economia doméstica, DST, HIV/AIDS, dentre outros.			
Nomear um responsável para tratar as sugestões/ reclamações dos funcionários e vizinhança			
Premiar os funcionários que mais se destacarem no mês quanto aos critérios de qualidade, sustentabilidade e segurança no canteiro.			
Contratar mão de obra local			
Propor horários diferenciados de trabalho, e/ou outras formas de incentivo, para os funcionários que estudam fora do horário do expediente.			
Identificar os trabalhadores que tenham filhos com problemas de saúde que requerem um cuidado médico especial, como autismo, e propor horários diferenciados			
Promover a participação dos funcionários da construtora e/ou de outras obras, em treinamentos/cursos voltados à sustentabilidade nos canteiros de obras, visando o esclarecimento e a disseminação da sua importância.			
Realizar programas de visita da vizinhança e/ou academia			
Promover eventos culturais e/ ou socioambientais com a participação da família dos funcionários, além da vizinhança			

Avaliação

Foram definidos sete constructos para a avaliação do artefato proposto:

- (a) para avaliar o sistema de indicadores e os impactos positivos esperados foram usados os constructos relevância para o impacto, baixo custo e comparação de desempenho, de forma similar aos já utilizados para análise dos resultados do levantamento de dados;
- (b) para avaliar a implementação e o uso do sistema de indicadores na Obra A foram adotados os constructos inserção na rotina organizacional e aprendizagem com o uso das medidas, com base em Costa (2003); e
- (c) para avaliar a operacionalidade e a facilidade do artefato foram adotados os constructos operacionalidade do sistema e facilidade para implementação.

Os sete constructos foram avaliados por meio de análise de documentos coletados ao longo da implementação, percepção dos pesquisadores e entrevistas com os envolvidos no processo ao final do estudo (Quadro 2).

Para a realização das entrevistas foi elaborado um formulário com 27 questões sobre os constructos, formado por perguntas abertas, fechadas e medidas de opinião em escala *Likert* de 1 a 5. As entrevistas ocorreram nos meses de junho e julho de 2018, tendo sido entrevistadas nove pessoas envolvidas na implementação do artefato (coordenador de obras, coordenadora, analista e assistente de meio ambiente e qualidade, gerente da obra, analista, auxiliar e estagiária de engenharia, e técnica de segurança). O tempo médio das entrevistas foi de 36 min.

Apresentação e discussão dos resultados

Essa seção apresenta e discute os resultados obtidos no levantamento de dados e concepção do SIGS (etapa de sugestão) e na implementação do artefato no estudo empírico (etapa de desenvolvimento), e os resultados das avaliações do artefato proposto (etapa de avaliação).

Quadro 2 - Constructos, variáveis e fontes de evidência para a avaliação do artefato proposto

Constructo		Variáveis	Fontes de evidência
Sistema de indicadores e impactos	Relevância para o impacto	Relevância para a avaliação do impacto Impactos positivos esperados	Análise de documentos Resultados dos indicadores Percepção do pesquisador Entrevistas
	Baixo custo	Relação custo-benefício na coleta Processamento dos indicadores	
	Comparação de desempenho dos resultados	Uso dos indicadores para comparação interna e externa	
Implementação e uso do sistema de indicadores	Inserção na rotina organizacional	Adequação aos procedimentos já adotados pela empresa Definição dos responsáveis pela coleta Processamento e análise dos dados Boas práticas planejadas e implementadas Indicadores planejados e implementados	Análise de documentos Percepção do pesquisador Entrevistas
	Aprendizagem com o uso das medidas	Uso na melhoria dos processos Evolução do sistema de indicadores ao longo do tempo Uso na análise crítica	
Avaliação da operacionalidade e facilidade do artefato	Operacionalidade do sistema	Compreensão das ferramentas desenvolvidas Facilidade de coleta e processamento das informações Comunicação visual das ferramentas	Análise de documentos Percepção do pesquisador Verificação visual no canteiro Entrevistas
	Facilidade para implementação	Fatores facilitadores e dificultadores	

Levantamento de dados e concepção do SIGS

Em relação aos quatro critérios analisados, dos 20 indicadores investigados 70% foram considerados relevantes para a avaliação do impacto no processo em questão, 65% foram considerados com baixo custo e 60% foram considerados passíveis de comparação de desempenho interno e externo, porém apenas 29% já utilizam o indicador em seus canteiros (Figura 3).

Assim, apesar de os especialistas considerarem os indicadores propostos importantes para a avaliação dos impactos ambientais, estes ainda são pouco utilizados. Muitos especialistas responderam que adotavam algumas práticas relacionadas aos indicadores, porém não tinham uma sistemática para controle e medição.

A Tabela 1 apresenta a classificação geral dos 20 indicadores avaliados, tomando como referência o critério relevância para o impacto. Os cinco indicadores considerados prioritários na ordem decrescente foram: qualidade das instalações provisórias; perda de concreto; índice de reclamações; geração de resíduos ao final da obra; e custo para destinação final dos resíduos.

Figura 3 - Média dos resultados do levantamento de dados por critério avaliado (n=25)

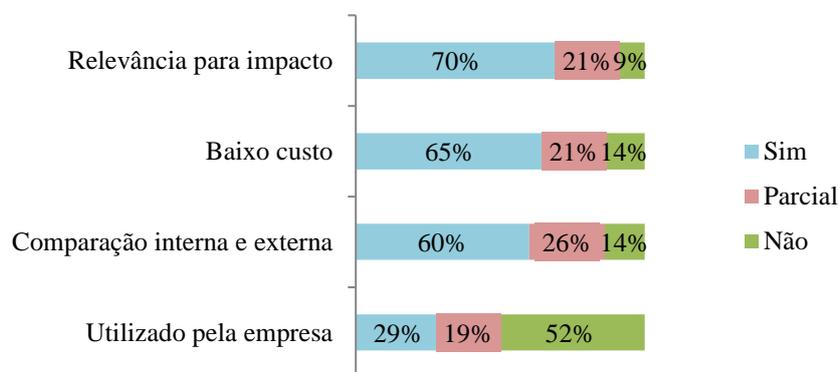


Tabela 1 - Priorização dos 20 indicadores propostos, de acordo com o resultado do levantamento de dados (n=25)

Indicador		Relevância	Baixo custo	Comparação	Utilizado
1	Qualidade das instalações provisórias	88%	56%	64%	24%
2	Perda de concreto	84%	80%	68%	52%
3	Número de reclamações da vizinhança	84%	80%	60%	36%
4	Geração de resíduos ao final da obra	80%	76%	76%	36%
5	Custo para destinação final dos resíduos	80%	72%	68%	12%
6	Geração de resíduos ao longo da obra	80%	64%	68%	44%
7	Consumo de energia ao final da obra	76%	96%	68%	48%
8	Consumo de água ao final da obra	76%	88%	64%	44%
9	Consumo de água ao longo da obra	76%	80%	64%	72%
10	Percentual de resíduos beneficiados	72%	44%	72%	4%
11	Número de comunicados enviados à vizinhança	68%	88%	56%	28%
12	Índice de capacitação de mão de obra	68%	60%	48%	24%
13	Utilização de componentes economizadores de energia	64%	52%	64%	4%
14	Economia gerada com a doação/venda dos resíduos	64%	52%	60%	12%
15	Número de ações de qualidade de vida no canteiro de obras	64%	32%	60%	28%
16	Consumo de energia ao longo da obra	60%	84%	64%	60%
17	Número de reclamações de poeira	60%	64%	36%	16%
18	Porcentagem de materiais adquiridos com baixo impacto ambiental	60%	28%	44%	8%
19	Número de reclamações de ruído	44%	72%	52%	20%
20	Utilização de componentes economizadores de água	44%	32%	44%	16%

Com os resultados do levantamento foram acrescentados seis novos indicadores no intuito de suprir as lacunas identificadas em termos de mensuração de impactos esperados com a adoção das boas práticas, anteriormente levantadas na bibliografia, conforme o Quadro 1, quais sejam:

- (a) índice de satisfação dos funcionários;
- (b) índice de rotatividade;
- (c) índice de absenteísmo, para mensurar os impactos da boa prática de “prover ações relativas aos cuidados de saúde e segurança dos funcionários”;
- (d) percentual de materiais fabricados de origem local, para mensurar os impactos da boa prática de “incorporar critérios de sustentabilidade na seleção de produtos”;
- (e) medições de ruído em conformidade com as normas vigentes, para mensurar os impactos da boa prática “controlar as emissões de ruído”;
- (f) índice de satisfação da vizinhança, para mensurar os impactos da boa prática “conservar as vias públicas e calçadas em bom estado”.

O Quadro 3 apresenta os 26 indicadores propostos para o SIGS, incluindo sua dimensão, fórmula e unidade de medida.

Implementação do SIGS em estudo empírico

No diagnóstico da Obra A, pôde-se observar que a empresa já possuía diversas ações sustentáveis em seus canteiros, porém elas não estavam sendo medidas, o que confirmou a necessidade de implantação de um SIGS. Os indicadores do PBQP-H, já utilizados pela empresa, por sua vez, não eram comparados entre os outros canteiros e, portanto, não havia uma real avaliação da evolução de desempenho da gestão sustentável das obras.

Assim, ao longo da implementação do SIGS na Obra A foi planejada a implementação de 91 boas práticas, divididas nas sete categorias propostas. Dessas, 5 não puderam ser implementadas durante o estudo, devido a prioridades gerenciais. Quanto aos indicadores propostos, ficou definido que os 26 seriam monitorados, porém 7 não puderam ser implementados durante pesquisa, conforme justificativa seguir:

- (a) os indicadores utilização de componentes economizadores de água e utilização de componentes economizadores de energia foram implementados inicialmente. Porém, na fase de análise dos dados, verificou-se que a medição deles não iria acrescentar informações relevantes para o canteiro, visto que a fórmula do indicador relaciona a quantidade de componentes economizadores de água/energia com o efetivo no mês de medição. Apesar de haver alteração do efetivo mensal, as instalações provisórias não seriam alteradas até o fim da obra. Assim, essas ações foram vistas como boas práticas, que poderiam contribuir para os impactos positivos esperados, como redução de consumo de água/energia, porém não havia necessidade de medição;
- (b) os indicadores percentual de materiais fabricados de origem local e percentual de materiais adquiridos com baixo impacto ambiental não foram coletados em função do processo de compra adotado pela empresa, que era realizado na sede, o que inviabilizava a coleta deles na obra;
- (c) os indicadores custo para destinação final dos resíduos e economia gerada com a doação/venda dos resíduos não foram coletados em função de dados confidenciais da empresa, que não puderam ser informados na pesquisa; e
- (d) o índice de satisfação da vizinhança não foi coletado no período de implementação, porém a equipe da obra iria coletá-lo no mês seguinte.

Vale destacar que, apesar de esses indicadores não terem sido coletados, as boas práticas relacionadas a eles foram implementadas. Destaca-se ainda que esses indicadores não foram implementados por questões peculiares à Obra A, porém não foram excluídos do SIGS proposto neste artigo.

Avaliação do SIGS com base em sua implementação

Esta seção apresenta os resultados das três avaliações propostas neste artigo para os sete constructos.

Quadro 3 - Indicadores propostos para o SIGS, seus critérios e respectiva métrica

	Indicadores	Dimensão	Fórmula	Unidade
AS	Índice de capacitação da mão de obra	Social	Horas de treinamento por funcionário/ Total de funcionários por mês	hora/efetivo
	Número de ações de qualidade de vida no canteiro de obras	Social	Número de ações de qualidade de vida para os funcionários	unidade
	Índice de satisfação dos funcionários	Social	(Número de itens "satisfeito"/ Total de itens avaliado) x 100	%
	Índice de rotatividade	Social	(Número de funcionários demitidos/ Funcionários por mês) x 100	%
	Índice de absenteísmo	Social	Dias de faltas de funcionários/ Total de dias trabalhados no mês	dia/dia
CA	Consumo de água ao longo da obra	Ambiental e Econômica	Consumo de água potável/ Funcionários por mês	m ³ /efetivo
	Utilização de componentes economizadores de água	Ambiental e Econômica	Quantidade de componentes economizadores de água/ Funcionário no mês de medição	unidade/efetivo
	Consumo de água ao final da obra	Ambiental e Econômica	Consumo de água potável/ m ² de área construída	m ³ /m ²
CE	Consumo de energia ao longo da obra	Ambiental e Econômica	Consumo de energia elétrica/ Funcionários por mês	kWh/efetivo
	Utilização de componentes economizadores de energia	Ambiental e Econômica	Quantidade de componentes economizadores de energia elétrica/ funcionário no mês	unidade/efetivo
	Consumo de energia ao final da obra	Ambiental e Econômica	Consumo de energia/m ² de área construída	kWh/m ²
CM	Perda de concreto	Ambiental e Econômica	(Consumo real de concreto – consumo calculado/consumo calculado em projeto) x 100	%
	Percentual de materiais fabricados de origem local (em um raio de até 250 km do canteiro)	Ambiental e Social	(Nº de materiais comprados de origem local/Total de material consumido) x 100	%
	Percentual de materiais adquiridos com baixo impacto ambiental	Ambiental	(Nº de materiais adquiridos com baixo impacto ambiental/Total de material adquirido) x 100	%
GRE	Geração de resíduos ao longo da obra	Ambiental	Volume total de resíduos descartados (excluído solo)/Funcionários por mês	m ³ /efetivo
	Número de reclamações de ruído	Ambiental e Social	Número de reclamações relativas a ruído registrado no mês	unidade
	Medições de ruído em conformidade com as normas vigentes	Ambiental e Social	(Medições dentro do limite estabelecido pela lei/Total de medições realizadas) x 100	%
	Número de reclamações de poeira	Ambiental e Social	Número de reclamações relativas a emissão de material particulado registrado no mês	unidade
	Geração de resíduos ao final da obra	Ambiental	Volume total de resíduos descartados (excluído solo)/m ² de área construída	m ³ /m ²
	Percentual de resíduos beneficiados	Ambiental e Econômica	(Volume de resíduos beneficiados/ Volume total resíduos gerados) x 100	%
	Custo para destinação final dos resíduos	Econômica	R\$ custo com destinação/m ³ resíduo gerado	R\$/m ³
	Economia gerada com a doação/venda dos resíduos	Econômica	R\$ venda/m ³ resíduo gerado	R\$/m ³
IP	Qualidade das instalações provisórias	Social	(Número de itens "conforme"/Total de itens avaliados) x 100	%
RE	Número de reclamações da vizinhança	Ambiental, Econômica e Social	Número de reclamações registrado no mês	unidade
	Número de comunicados enviados à vizinhança	Ambiental e Social	Número de comunicados enviados por mês	unidade
	Índice de satisfação da vizinhança	Social	(Número de itens "satisfeito"/Total de itens avaliado) x 100	%

Avaliação do sistema de indicadores e impactos

Os resultados das entrevistas com os envolvidos na implementação do artefato são apresentados na Tabela 2, que apresenta a média de cada constructo avaliado (relevância para o impacto, baixo custo e comparação de desempenho) e a média ponderada por indicador em função dos pesos adotados para cada critério, quais sejam, peso 3 para relevância, peso 2 para baixo custo, e peso 1 para comparação.

Analisando o resultado da entrevista, observa-se que os indicadores implementados foram bem avaliados, mostrando que os critérios iniciais adotados na concepção do SIGS quanto a relevância para o impacto, baixo custo e comparação de desempenho foram atendidos.

Quanto à relevância para o impacto, o indicador índice de absentismo teve o melhor resultado, com média 5. Esse indicador foi acrescentado após os resultados do levantamento de dados, confirmando sua relevância para o sistema proposto, em que foi bastante utilizado na tomada de decisões pelos gestores da Obra A. O coordenador de obras mencionou que nos próximos empreendimentos a frequência de processamento das informações desse indicador poderia ser até quinzenal, por considerar que 1 mês é um período muito longo para a tomada de ações referente a absentismo.

Em relação ao baixo custo, o indicador consumo de energia ao longo da obra teve o melhor resultado (4,89), corroborando o resultado do levantamento de dados, em que foi considerado de baixo custo por 84% dos especialistas (Tabela 1). A pior avaliação foi para o indicador medições de ruído em conformidade com as normas vigentes (3,56). Tal resultado se deve ao fato de a obra ter contratado uma empresa especializada para realizar a medição do ruído no canteiro. No levantamento de dados, o pior resultado para esse critério foi para o indicador percentual de materiais adquiridos com baixo impacto ambiental (28%), o que pôde ser verificado também no estudo empírico, pois foi inicialmente implementado, porém se constatou que, devido aos processos gerenciais da empresa para processamento das informações, esse indicador não poderia ser coletado nessa obra.

Quanto à comparação de desempenho, o melhor resultado foi para o indicador perda de concreto (4,89), que também teve a melhor avaliação geral, considerando a média ponderada dos três critérios analisados. Esse resultado corrobora o resultado obtido no levantamento de dados, em que esse indicador foi o segundo prioritário de acordo com os especialistas (Tabela 1).

Tabela 2 - Resultados das entrevistas com os envolvidos na implementação do artefato (n=9) para os constructos relevância para o impacto, baixo custo e comparação de desempenho

Indicador	Média			Média ponderada
	Relevância	Baixo custo	Comparação	
Perda de concreto	4,78	4,78	4,89	4,80
Consumo de energia ao longo da obra	4,67	4,89	4,56	4,72
Índice de absentismo	5,00	4,22	4,67	4,69
Consumo de energia ao final da obra	4,67	4,78	4,56	4,69
Geração de resíduos ao longo da obra	4,78	4,44	4,67	4,65
Número de reclamações da vizinhança	4,78	4,44	4,44	4,61
Índice de satisfação dos funcionários	4,67	4,44	4,67	4,59
Consumo de água ao final da obra	4,56	4,67	4,56	4,59
Geração de resíduos ao final da obra	4,67	4,44	4,67	4,59
Consumo de água ao longo da obra	4,56	4,67	4,44	4,57
Número de reclamações de ruído	4,67	4,44	4,56	4,57
Índice de rotatividade	4,44	4,56	4,56	4,50
Índice de capacitação da mão de obra	4,78	4,00	4,56	4,48
Percentual de resíduos beneficiados	4,67	4,22	4,33	4,46
Qualidade das instalações provisórias	4,78	4,00	4,44	4,46
Índice de satisfação da vizinhança	4,56	4,33	4,44	4,46
Medições de ruído em conformidade com as normas vigentes	4,89	3,56	4,44	4,37
Número de ações de qualidade de vida no canteiro de obras	4,44	4,00	4,33	4,28
Número de reclamações de poeira	4,56	3,89	4,22	4,28
Número de comunicados enviados à vizinhança	4,33	3,89	3,89	4,11

Nota: Escala *Likert*: 1-discordo totalmente, 2-discordo, 3-indiferente, 4-concordo, 5-concordo totalmente.

Os entrevistados também concordaram que três indicadores obrigatórios do PBQP-H (consumo de água, energia e geração de resíduos ao longo da obra) são passíveis de comparação. Esses indicadores foram usados para comparação interna com outras cinco obras da empresa estudada que utilizaram técnicas construtivas similares e, externamente, com os dados da pesquisa realizada por Oliveira (2018). Vale destacar que os outros indicadores (consumo de água, energia e geração de resíduos ao final da obra) não foram coletados, pois a obra ainda não havia sido finalizada.

A Tabela 3 compara os resultados dos indicadores de consumo de água, energia e geração de resíduos ao longo da obra implementados na Obra A com os resultados de obras da empresa (interno) e de outras empresas (externo).

De modo geral, observa-se que a média dos três indicadores na Obra A estão entre os valores mínimo e médio comparados a outros canteiros de obras, internos e externos. Esse resultado aponta que a adoção de boas práticas no canteiro, com o devido monitoramento e controle das ações, contribui para a mitigação dos impactos ambientais negativos no canteiro de obra. Tal resultado foi confirmado pelos entrevistados não só em relação a esses indicadores, mas também para o SIGS em geral, em que aqueles consideraram que os impactos positivos esperados no planejamento inicial da implementação foram alcançados.

Entre as boas práticas implementadas que contribuíram para os resultados dos indicadores do SIGS destacam-se: contratação de funcionários que moram próximo ao local da obra; uso de componentes economizadores de água e energia; verificação se os equipamentos foram desligados ao final do expediente; realização de treinamento dos funcionários; monitoramento e controle dos níveis de ruído; implementação do sistema para lavagem de rodas, com reaproveitamento de água; ações para minimizar os incômodos visuais e os transtornos causados à vizinhança, como limpeza do passeio, jardim na frente da obra, substituição de tapumes por execução prévia do muro da obra, passeios livres de materiais e outros obstáculos (Figura 4); uso de iluminação e ventilação natural nas instalações provisórias (Figura 5); almoxarifado limpo e organizado, com materiais identificados e armazenados corretamente (Figura 5); preservação das áreas verdes e permeáveis no canteiro (Figura 6); e áreas específicas para o lazer e descanso dos funcionários (Figura 7).

Avaliação da implementação e uso do sistema de indicadores

A Tabela 4 apresenta a percepção dos entrevistados em relação à implementação e ao uso do sistema de indicadores para os constructos inserção na rotina organizacional e aprendizagem com o uso das medidas.

Tabela 3 - Comparação de desempenho interno e externo dos indicadores obrigatórios do PBQP-H

Indicador	Média Obra A	Desempenho interno				Desempenho externo (OLIVEIRA, 2018)			
		Nº obras	Mín.	Médio	Máx.	Nº obras	Mín.	Médio	Máx.
Consumo de água ao longo da obra (m ³ /efetivo)	0,65	5	0,42	3,38	11,66	20	0,01	1,56	5,03
Consumo de energia ao longo da obra (kW/efetivo)	19,21	5	0,83	18,86	39,58	20	0,24	20,68	60,96
Geração de resíduos ao longo da obra (m ³ /efetivo)	0,76	5	0,09	3,09	50,28	18	0,02	0,90	5,50

Figura 4 - Passeio da obra limpo, sem obstáculos, com jardim e muro pintado



Figura 5 - Almoxarifado limpo e organizado, com identificação dos materiais e uso de iluminação e ventilação natural



Figura 6 - Preservação de área verde e permeável no canteiro



Figura 7 - Área de lazer e descanso dos funcionários



Tabela 4 - Resultados das entrevistas com os envolvidos na implementação do artefato (n=9) para os constructos inserção na rotina organizacional e aprendizagem com o uso das medidas

Questões avaliadas	Média
Inserção na rotina organizacional	
Houve mudanças nos procedimentos já adotados pela empresa para a implementação do SIGS proposto na pesquisa.	3,00
Foram definidos os responsáveis para coleta, processamento e análise das informações do SIGS.	4,56
Aprendizagem com o uso das medidas	
Foram tomadas ações/decisões no canteiro de obras com base nos resultados do SIGS.	4,56
A partir da implementação do SIGS, foi identificada a necessidade de incorporação de novos indicadores.	3,00
Os resultados do SIGS foram discutidos em reuniões periódicas com a equipe técnica da obra.	4,22
Os resultados do SIGS foram avaliados em reuniões de análise crítica da empresa.	4,00

Nota: Escala Likert: 1-discordo totalmente, 2-discordo, 3-indiferente, 4-concordo, 5-concordo totalmente.

De acordo com a análise de documentos, com a observação participante ao longo da implementação e com a percepção dos entrevistados, a inserção do SIGS na rotina organizacional não produziu mudanças relevantes nos procedimentos já adotados pela empresa (média 3,0). Apenas foram inseridos novos formulários auxiliares para coleta das informações. Por outro lado, observaram-se melhorias em relação à definição de responsáveis para a coleta e análise dos indicadores (média 4,56). Observou-se ainda que as diversas boas práticas e indicadores foram inseridos na rotina da obra, sendo divulgados em reuniões e treinamentos com os envolvidos no processo.

Em relação à aprendizagem com o uso das medidas, observou-se que ações foram realizadas no canteiro com base nos resultados do SIGS, tais como melhoria na alimentação dos colaboradores, adequação do horário de início das atividades e melhoria no relacionamento com a vizinhança. Esse resultado também foi confirmado pela percepção dos entrevistados (média 4,56) quando perguntados sobre a tomada de decisão com uso dos indicadores. Ao longo da implementação, observou-se que os resultados dos indicadores foram discutidos tanto nas reuniões periódicas com a equipe técnica da obra, como nas reuniões de análise crítica da empresa, o que também foi percebido pelos entrevistados (média 4,22). Por fim, durante a implementação do SIGS não foi observada a necessidade da incorporação de novos indicadores.

Avaliação da operacionalidade do sistema e facilidade para implementação

Quanto à operacionalidade do sistema, os entrevistados avaliaram que as ferramentas desenvolvidas para implementação do SIGS foram suficientes, não havendo necessidade do desenvolvimento de novas ferramentas, conforme resultados das entrevistas apresentados na Tabela 5. Ao longo da implementação observou-se que as ferramentas estavam sendo adequadamente usadas pela equipe da obra. Os entrevistados avaliaram ainda que a frequência de coleta e processamento das informações era compatível com a necessidade

da informação para a tomada de decisões, e que os resultados foram apresentados por meio de gráficos, os quais permitiram uma rápida e fácil comunicação das informações aos funcionários envolvidos no processo.

Quanto à facilidade para a implementação, os entrevistados responderam que encontraram poucas dificuldades para coleta e processamento das informações no SIGS (2,67) e que pretendem implementar o SIGS em outras obras, considerando importante a disseminação da experiência obtida em outros canteiros de obra (Tabela 5). Os entrevistados também foram questionados por meio de duas questões abertas sobre os fatores facilitadores e dificultadores para a implementação do SIGS. O Quadro 4 apresenta os resultados mais citados nas entrevistas, destacando que o fator facilitador mais recorrente foi “as ferramentas desenvolvidas para coleta das informações”, e o dificultador foi “a falta de uma pessoa com o cargo específico para tratar do SIGS”.

Tabela 5 - Resultados das entrevistas com os envolvidos na implementação do artefato (n=9) para os constructos operacionalidade e facilidade para implementação

Questões avaliadas	Média
Operacionalidade do SIGS	
O painel para planejamento inicial das ações do SIGS é de fácil compreensão.	4,67
O quadro para planejamento das boas práticas a serem implementadas é de fácil compreensão e apresenta todas as informações necessárias essa etapa.	4,56
As planilhas em Excel são suficientes para o processamento dos indicadores.	4,44
As ferramentas desenvolvidas para implementação do SIGS foram suficientes, não havendo necessidade do desenvolvimento de novas ferramentas.	4,33
Foram realizadas alterações nas ferramentas iniciais para adaptar o SIGS às necessidades do processo no canteiro de obra.	2,67
A frequência de coleta e processamento das informações do SIGS é compatível com a necessidade da informação para a tomada de decisões.	4,11
Os resultados do SIGS foram apresentados por meio de gráficos, os quais permitiram uma rápida e fácil comunicação das informações.	4,56
Foram divulgados gráficos, com os resultados do SIGS, em locais de fácil acesso para os funcionários envolvidos no processo.	4,11
Facilidade para implementação	
Foram encontradas dificuldades para coleta e processamento das informações do SIGS.	2,67
Pretendo implementar o SIGS em outros canteiros de obra.	4,33
Considero importante a disseminação em outros canteiros de obras da experiência obtida com a implementação do SIGS.	4,67

Nota: Escala *Likert*: 1-discordo totalmente, 2-discordo, 3-indiferente, 4-concordo, 5-concordo totalmente.

Quadro 4 - Fatores facilitadores e dificultadores para a implementação do SIGS no estudo empírico

Facilitadores	Dificultadores
<ul style="list-style-type: none"> ▪ As ferramentas desenvolvidas para coleta das informações auxiliaram bastante na coleta e processo destas. ▪ O sistema de gestão da empresa já contemplava várias ações e processos que serviram como facilitadores na implantação do SIGS. A coleta de indicadores, por exemplo, já fazia parte da gestão da empresa. ▪ O envolvimento da alta direção da empresa, além de toda a equipe da obra. Os funcionários interagiram e colaboraram com todo o processo de implementação do SIGS. ▪ A realização de treinamentos com toda a equipe envolvida. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O fato de a obra não ter uma pessoa com o cargo específico para implementação do SIGS, ou seja, todos os envolvidos tinham outros cargos (técnico de segurança, almoxarife, etc.), e devido à rotina corrida da obra acabavam priorizando as demandas de suas funções. ▪ Falta de padronização das ações nos outros canteiros de obra da empresa, o que dificulta a comparação de desempenho interno. ▪ Dificuldade de acesso ao banco de dados dos indicadores do PBQP-H que são coletados nas outras obras da empresa.

Como base na análise de documentos, na observação participante e na percepção dos entrevistados, pode-se elencar algumas recomendações para o sucesso do desenvolvimento e da implementação do SIGS, tais como:

- (a) deve-se buscar o comprometimento da alta direção e de todos os envolvidos no processo, definindo-se as responsabilidades, mas evitando-se a indicação de pessoa específica para a coleta dos dados;
- (b) deve-se integrar o sistema ao dia a dia de todos os envolvidos, sem, contudo, que seja tratado como um conteúdo isolado e, para tal, deverá haver treinamentos específicos, integrados às capacitações já usuais da empresa;
- (c) deve-se considerar a implementação do SIGS ainda na etapa de planejamento da obra, de modo que a atividade não se sobreponha às ações diárias de produção e que faça parte da rotina organizacional da obra; e
- (d) devem-se analisar os resultados comparativamente, tanto interna como externamente, numa periodicidade compatível com a necessidade da informação para a tomada de decisões, de modo que os envolvidos tenham conhecimento, entendimento e reconhecimento dos resultados obtidos.

Conclusões

A principal contribuição deste artigo foi o desenvolvimento do Sistema de Indicadores para Gestão Sustentável (SIGS), composto de 26 indicadores, em que foram estabelecidos critérios objetivos que avaliam quantitativamente os impactos ambientais, classificados em sete categorias, quais sejam: aspectos sociais, consumo de água, consumo de energia, consumo de materiais, gestão de resíduos e emissões, instalações provisórias e relação com o entorno.

Os critérios adotados para a concepção dos indicadores e a identificação das boas práticas foram baseados em metodologias disponíveis na literatura, levando em consideração a relevância, o baixo custo e a facilidade para implementação tanto dos indicadores quanto das boas práticas.

Esse sistema foi validado pela percepção de 25 especialistas em gestão sustentável na construção. Os resultados mostraram que, apesar de a maioria dos respondentes considerar relevantes os indicadores e impactos gerados na fase de execução do empreendimento (70%), poucos usam indicadores para mensurar tais impactos (29%).

Os resultados da implementação e avaliação do SIGS no estudo empírico corroboraram os resultados obtidos no levantamento, que indicaram a relevância para o impacto, o baixo custo e a importância na comparação de desempenho dos indicadores. Dos 26 indicadores propostos no sistema 19 foram implementados no estudo empírico, e durante a implementação as evidências mostraram que o sistema de indicadores proposto conseguiu atender às necessidades para uma gestão mais sustentável do canteiro.

Este artigo contribuiu ainda para a identificação de estratégias para a redução dos impactos ambientais, as quais foram definidas por meio da adoção de uma seleção de boas práticas, considerando o baixo custo e a facilidade de implementação. Os resultados da implementação e avaliação mostraram que essas boas práticas contribuíram para a mitigação dos impactos ambientais gerados no canteiro de obra, destacando-se melhor relacionamento com a vizinhança, maior satisfação geral dos funcionários, maior capacitação dos funcionários e melhores condições de trabalho no canteiro.

Quanto ao uso do SIGS, observou-se que houve facilidade em implementar e operar o sistema na obra estudada, visto que o ambiente organizacional em análise já possuía processos e padrões alinhados com a proposta de uma gestão sustentável de seus canteiros. Por outro lado, ainda que tenha havido boa receptividade ao SIGS pelos envolvidos na obra, as demandas gerenciais prioritárias eram voltadas às atividades de produção, gerando o entendimento por parte dos entrevistados de que é necessária uma pessoa específica para conduzir o SIGS.

Assim, conclui-se que, para que o SIGS esteja efetivamente integrado à dinâmica produtiva do canteiro, ele deve ser considerado como atividade intrínseca ao planejamento e ao controle da obra, estando sob a responsabilidade dos indivíduos que utilizarão essas informações para a tomada de decisões.

Considera-se ainda que este processo de pesquisa por meio da *Design Science Research* permitiu concluir que o Sistema de Indicadores para a Gestão Sustentável proposto é aplicável a canteiros de obra. Apesar de a implementação do SIGS ter sido limitada neste artigo apenas a uma obra de edificações, não há restrições que o sistema seja implementado em outros tipos de obras, como obras industriais e de infraestrutura, ou em outros estados do Brasil ou até em outros países.

Nesse sentido, sugere-se a implementação do sistema de indicadores proposto em canteiro de obras industriais ou de infraestrutura para teste de sua aplicabilidade. Por fim, como futuros estudos, identifica-se a necessidade de desenvolver uma metodologia que possa mensurar quantitativamente a relação entre as boas práticas implementadas *versus* resultados obtidos para a mitigação dos impactos ambientais.

Referências

- ARAÚJO, V. M. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras**. São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- BOSEL, H. **Indicators for sustainable development: theory, method, applications: a report to the Balaton Group**. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development, 1999.
- COSTA, D. B. **Diretrizes para concepção, implementação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas de construção civil**. Porto Alegre, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T. A set of evaluation criteria for performance measurement performance measurement systems in the construction industry. **Journal of Financial Management of Property and Construction**, Glasgow, v. 9, n. 2, p. 91-101, 2004.
- COUTINHO, S. L. M. **Percepções relativas às práticas em sustentabilidade nos canteiros de obras**. Vitória, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.
- GANGOLELLS, M. *et al.* A methodology for predicting the severity of environmental impacts related to the construction process of residential buildings. **Building and Environment**, v. 44, n. 3, p. 558-571, 2009.
- GANGOLELLS, M. *et al.* Assessing concerns of interested parties when predicting the significance of environmental impacts related to the construction process of residential buildings. **Building and Environment**, v. 46, n. 5, p. 1023-1037, May 2011.
- GEHLEN, J. **Construção da sustentabilidade em canteiros de obras: um estudo no DF**. Brasília, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- GUIMARÃES, M. S. O. **Diretrizes para desenvolvimento de canteiro de obras habitacional de baixo impacto ambiental**. Salvador 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.
- GUTIERREZ, D. M. *et al.* Evolution of the performance measurement system in the Logistics Department of a broadcasting company: an action research. **International Journal of Production Economics**, v. 160, p. 1-12, Feb. 2015.
- LIMA, P. R. A. **Diretrizes para a implantação de canteiros de obras com menor impacto ambiental, baseadas no referencial AQUA**. Recife, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco, Recife, 2010.
- MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, p. 251-266, 1995.
- MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. Sustainability assessment and rating of buildings: developing the methodology SBTToolPT-H. **Building and Environment**, v. 46, n. 10, p. 1962-1971, oct. 2011.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Habitação. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H - **Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SiAC**. Brasília, 2017.
- OLIVEIRA, J. A. C. **Proposta de avaliação e classificação da sustentabilidade ambiental de canteiros de obras: metodologia ECO OBRA aplicada no Distrito Federal – DF**. Brasília, 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

- OLIVEIRA, Y. A. B. **Indicadores de sustentabilidade do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat**. Salvador, 2018. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.
- PRIORI JUNIOR, L. **Estudo exploratório sobre gestão mais sustentável em canteiros de obras na Região Metropolitana do Recife**. Recife, 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.
- STAR, S. *et al.* Performance measurement and performance indicators. **Human Resource Development Review**, v. 15, n. 2, p. 151-181, Mar. 2016.
- TAM, V. W. Y. *et al.* Environmental performance measurement indicators in construction. **Building and Environmental**, v. 41, p. 164-173, 2006.
- THOMAS, N. I. R. **Implantação de canteiros de obra sustentáveis: case da nova sede SINDUSCON-BA**. Salvador, 2013. Monografia (Curso de Especialização em Gerenciamento de Obras) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.
- THOMAS, N. I. R.; COSTA, D. B. Adoption of environmental practices on construction sites. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 9-24, dez. 2017.
- VASCONCELOS, I. A. **Modelo para prática e avaliação de canteiros de obra sustentáveis: uma visão Lean x Green x Wellbeing**. Fortaleza, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- VAZQUEZ, E. *et al.* Sustainability in civil construction applied in the construction site phase. **Ecosystems and Sustainable Development VIII**, p. 265-276, 13 abr. 2011.
- YILMAZ, M.; BAKIS, A. Sustainability in construction sector. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 195, p. 2253-2262, Jul. 2015.
- ZUO, J. *et al.* Sustainability policy of construction contractors: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 6, p. 3910-3916, Aug. 2012.

Lidiane de Brito Almeida

Departamento de Construção e Estruturas | Universidade Federal da Bahia | Rua Professor Aristides Novis, 2, Federação | Salvador - Bahia - Brasil | CEP 40210-630 | Tel.: (71) 99122-5692 | E-Mail: lidi_eng@yahoo.com.br

Dayana Bastos Costa

Departamento de Construção e Estruturas | Universidade Federal da Bahia | Tel.: (71) 3283-9731 | E-mail: dayanabcosta@ufba.br

Elaine Pinto Varela Alberte

Departamento de Construção e Estruturas | Universidade Federal da Bahia | Tel.: (71) 3283-9525 | E-mail: elaine.varela@ufba.br

Ambiente Construído

Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro

Porto Alegre - RS - Brasil

CEP 90035-190

Telefone: +55 (51) 3308-4084

Fax: +55 (51) 3308-4054

www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido

E-mail: ambienteconstruido@ufrgs.br



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.