

ANÁLISE DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM CANTEIRO AVANÇADO: ESTUDO DE CASO EM SIDERÚRGICA DE VITÓRIA-ES
ANALYSIS OF SUSTAINABILITY INDICATORS IN AN ADVANCED CONSTRUCTION SITE: A CASE STUDY IN A STEEL MILL IN VITÓRIA-ES.

Leidiane de Jesus Leal¹

Alexandre Bessa Martins Alves²

RESUMO: Apesar de diversos métodos terem sido desenvolvidos para gestão sustentável do canteiro de obras nos últimos anos, ainda existe a falta de conhecimento dessas ferramentas para medir e avaliar o desempenho da gestão. O objetivo desse estudo foi avaliar o sistema de indicadores de gestão sustentável em canteiros de obras, definindo boas práticas e estratégias para 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 existentes; (2) levantamento de dados, para avaliação dos indicadores; (3) avaliação do SI, dos impactos positivos esperados, da implementação e monitoramento das ações. As principais contribuições deste artigo foram a avaliação do Sistema de Indicadores para Gestão Sustentável em Canteiros de Obras (SIGS), composto de 19 indicadores, em que foram estabelecidos critérios e objetivos que avaliam os impactos ambientais, a identificação de boas práticas para a redução dos impactos ambientais; Durante o processo de avaliação foram identificados Facilitadores que auxiliam na coleta de informações, em um sistema existente na gestão da empresa, onde a alta direção e os funcionários interagem e colaboram para o processo de avaliação, e Dificultadores, como não ter uma pessoa com o cargo específico para avaliação do sistema, falta de cumprimento de padronização em outros canteiros, para comparação do desempenho e dificuldade de acesso ao banco de dados.

Palavras-chave: Canteiros de obra; Gestão sustentável; Avaliação de desempenho; Qualidade e produtividade.

ABSTRACT: Although several methods have been developed for sustainable construction site management in recent years, there is still a lack of knowledge of these tools to measure and evaluate management performance. The objective of this study was to evaluate the system of sustainable management indicators at construction sites, defining good practices and strategies for mitigating environmental impacts. The research approach adopted is Design Science Research and involves the steps of (1) literature review, to identify good practices and existing indicators; (2) data collection to evaluate indicators; (3) evaluation of the IS, expected positive impacts, implementation and monitoring of actions. The main contributions of this article were the evaluation of the System of Indicators for Sustainable Management at Construction Sites (SIGS), composed of 19 indicators, in which criteria and objectives were

¹ Centro Universitário Salesiano- UniSales.Vitoria/ ES, Brasil. alexandre.alves@salesiano.br

²Centro Universitário Salesiano- UniSales.Vitoria/ ES, Brasil lLeidiane.leal@souunisales.br

established that evaluate environmental impacts, the identification of good practices for reducing environmental impacts; During the evaluation process, Facilitators were identified that help in the collection of information, in an existing system in the company's management, where senior management and employees interact and collaborate in the evaluation process, and Difficulties, such as not having a person with the specific position for evaluating the system, lack of compliance with standardization on other sites, to compare performance and difficulty accessing the database.

Keywords: Construction sites; Sustainable management; Performance evaluation; Quality and productivity.

1 INTRODUÇÃO

O canteiro de obras passa a ser visto a partir do período medieval, quando a mão de obra se torna algo essencialmente profissional, e assim passa a dar suporte ao trabalho dos arquitetos e mestres construtores, desde seu embasamento até as suas técnicas. Como algo novo, poucos registros foram feitos, e poucas informações são encontradas daquela época. A mais importante coletânea de desenhos do período medieval surge entre 1220 e 1235, onde são registrados procedimentos para obter elementos arquitetônicos, esquemas geométricos que facilitam o desenho de figuras e até receitas para fermentos que possivelmente ocorressem no canteiro de obras (Borges Filho, 2005).

Com o passar do tempo testemunhou-se um nível crescente de atenção à sustentabilidade e ao desenvolvimento sustentável em todos os setores do mundo, inclusive na indústria. Um projeto de construção para ser considerado sustentável deve levar em consideração as diferentes dimensões da sustentabilidade (ambiental, econômica e social). Desde o planejamento até a execução e operação, a aplicação de princípios de desenvolvimento sustentável devem fazer parte da obra.

Especificamente na etapa de construção, todos os possíveis danos ambientais 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. Pode se entender que canteiro de obra de baixo impacto ambiental 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, (Almeida et al. 2020).

Segundo Gehlen (2008) apesar de existir o conhecimento sobre o tema, poucos profissionais sabiam como aplicá-lo, o que mostra a necessidade de desenvolvimento e difusão de ferramentas que fortaleçam o sistema de aprendizado e conscientização de novas práticas difundidas pelo setor de gestão sustentável no canteiro de obras.

Thomas e Costa (2017) destacam 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 sustentável.

O espaço produzido para desenvolvimento de trabalhos no canteiro de obras age sobre a natureza para transformá-la de acordo com as necessidades da vida humana,

com base nas pesquisas relacionadas, e nas análises do canteiro de obra, foi identificado as más condições, materiais inapropriados, e espaços inadequados para desenvolvimento das atividades (Halfen, 2019).

O processo de planejamento do canteiro de obras visa obter a melhor utilização do espaço físico disponível, de forma a possibilitar que os homens e máquinas trabalhem com segurança e eficiência. (Saurin, 1997, p.13).

As instalações de canteiros de obras são instalações que podem ficar por alguns dias, meses ou até por um longo período, esse período vai depender da duração da obra. A sua função geral é apoiar as atividades da obra. Essas instalações vão desde o armazenamento de material utilizado na obra até o escritório, as áreas de vivência e de alimentação (Saurin, 1997).

A organização do canteiro tem sido uma das áreas nas quais as empresas tem investido em programas de qualidade e produtividade, isso tem refletido através da preocupação das empresas na otimização do processo produtivo, adotando a implantação de estrutura básica para a realização de serviços, melhorando as instalações e organizando ferramentas e materiais necessários para o desenvolvimento da obra. Embora identificadas as ineficiências, tais como projetos e fabricações de estruturas metálicas, a postura de muitas empresas é de enxergar o processo produtivo como uma oportunidade de reduzir custos, aumentar a motivação da mão de obra e melhorar a qualidade final do produto, identificando o grande potencial de ganho com a implantação de melhorias imediatas nos canteiros de obras (Scardoelli, 1995).

Apesar do reconhecimento da importância dos indicadores para a medição do desempenho da gestão sustentável na construção, é possível notar a carência de estudos sobre o tema, principalmente de indicadores voltados para a gestão no canteiro de obra.

A necessidade de melhoria das condições do canteiro visa alcançar um local adequado, que atenda aos padrões de qualidade de um espaço que tem por finalidade abrigar a produção de tudo aquilo que uma sociedade produz. A busca por um canteiro de obras ideal foi identificada através da escassez encontrada nos canteiros, que torna o acesso a realização do trabalho de campo, insuficiente para os objetivos traçados. Longe do ambiente ideal de trabalho, o canteiro pode ser caracterizado como uma modalidade de organização da produção, utilizando o conceito de sustentabilidade, produzindo menos entulho, e melhorando a eficiência do descarte ao final da obra com a retirada do canteiro, (Halfen, 2019).

Segundo Scardoelli (1995) as metodologias relacionadas à qualidade da evolução do canteiro, o conceito de qualidade e de melhoria contínua vem acompanhando o desdobramento dos processos passando pelo controle e utilizando novas ferramentas tecnológicas.

Para essa avaliação foi proposto um conjunto de indicadores para gestão sustentável em canteiros baseado no trabalho de Almeida et al. (2020).

Esses indicadores foram avaliados por meio de levantamento de dados e entrevistas com gestores e executores da obra e, posteriormente, em um canteiro de obra durante 03 meses

O objetivo desse trabalho foi a implantação do canteiro avançado de uma empresa atuante no ramo da indústria da manutenção de estruturas metálicas, a fim de propor uma avaliação de um sistema de indicadores de gestão sustentável, levando em conta a grande importância da qualidade do canteiro para obter resultados satisfatórios ao final das obras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A gestão da obra começa com a definição do layout do canteiro. A má localização do canteiro pode causar movimentações desnecessárias da equipe, deslocamento de equipamentos e materiais, diminuindo a produtividade, a qualidade do serviço e afetando diretamente o custo final da obra (Alves, 2017).

A organização do canteiro de produção, visa o gerenciamento dos materiais controle de qualidade e produtividade no canteiro relacionadas à gestão de processo planejamento, organização da produção, máquinas equipamentos e ferramentas necessarias para o desenvolvimento e sustentabilidade da obra, (Scardoelli, 1995).

Com o início da orçamentação da obra, se for realizado um estudo abrangente, o estudo do canteiro deve estar praticamente pronto. Um canteiro minimamente estudado terá pouca revisão durante a sua implantação. Durante a implantação do canteiro haverá mudanças que acompanharão as etapas da obra. Quando um canteiro é bem planejado, com os dimensionamentos correto, essas mudanças acompanham as etapas da obra, o canteiro pode começar pequeno apenas para as atividades necessárias e adequado ao tamanho da obra quando atingir o pico da demanda e quantidade máxima de operários (Xavier.C, Xavier.L, Melo, 2014).

A organização da obra deve vedar o ingresso ou a permanência de trabalhadores no canteiro de obras sem que estejam resguardados pelas medidas de segurança previsto na documentação da obra identificando os riscos ocupacionais e suas respectivas medidas de prevenção (MTE NR18, 1995).

O gerenciamento dos recursos humanos para a realização da mão obra e a capacitação dos trabalhadores ocorre nos próprios canteiros, sendo o treinamento pessoal deficiente ou inexistente. A participação dos trabalhadores na definição das tarefas, nos trabalhos e na solução de conflitos ainda é restrita, e a valorização da motivação dos trabalhadores não avança de forma considerável (Scardoelli, 1995).

As despesas com mobilização, desmobilização, mão de obra indireta, dos canteiros de obras variam em função da complexidade e do porte da obra, geralmente, ele diminui com o andamento da obra pois apresenta maior concentração de despesas. (Mattos, 2019).

Esse é o ideal de um canteiro de obras, mas a realidade é que nem sempre é possível, por isso é necessário retornar ao início do projeto para identificar as necessidades do canteiro de obras, devendo esse acompanhar as fases da obra, sem interferir no desenvolvimento do projeto, e não acabar dentro da obra. Essa consideração é muito importante, pois pode influenciar no custo final devido as mudanças do layout no terreno ou até mesmo para um terreno vizinho, podendo alterar prazos, e

consequentemente alterar o orçamento da obra, gerando custos desnecessários com perda de materiais, perda de tempo, perda de mão de obra devido um planejamento inadequado (Ferraz, 2019).

Na etapa de construção devem ser considerados os possíveis danos que possam ser gerados no canteiro de obras, causando impacto ao meio ambiente. Um canteiro de obras sustentável é aquele que causa baixo impacto ao meio ambiente. Essas medidas devem ser consideradas na etapa de implantação do canteiro. Estudos buscam entender e identificar a dificuldade de implantação de canteiros sustentáveis, dentre as dificuldades está a carência de conhecimento sobre impactos ambientais causado pela implantação de um canteiro (Almeida et al. 2020).

Segundo Baptista Junior, Romanel (2015), os resíduos gerados nas obras apresentam duas classes distintas: resíduos gerados pelas obras com canteiros implantados, que são segregados, reutilizados, ou descartados de forma correta, e aqueles gerados pelas pequenas empresas, sem nenhuma separação, acondicionados em caçambas, e geralmente descartados em locais inapropriados.

A incorporação de práticas sustentáveis vem crescendo a cada dia. Dessa forma as empresas vêm mudando a perspectiva no sistema de gestão de suas obras. A implantação de sustentabilidade na obra é um processo lento, mas, uma vez implantado é um caminho sem volta, pois diferentes agentes estimulam essa boa prática na empresa. A introdução da sustentabilidade deve ser progressiva, adotando medidas que sejam economicamente relevantes e viáveis para o empreendimento. (Correa, 2009).

Segundo Vasconcelos (2013), sustentabilidade pode ser definida como um modelo de gestão que visa o desenvolvimento a promoção social a proteção dos recursos naturais, bem como o retorno financeiro, para os seus acionistas. A preocupação dos gestores das empresas com medidas gerenciais para os canteiros de obras, é em busca de melhores práticas, redução de desperdícios e consequentemente melhores locais de trabalho.

O Lean Construction utiliza ferramentas e conceitos adaptados para o setor, que elevam significativamente a produtividade, eficiência e qualidade, além de alavancar iniciativas de inovação, como BIM, digitalização e industrialização. Traz uma mudança na empresa toda e eleva o nível de competitividade, desenvolvendo pessoas, lideranças e o sistema de gestão (Vasconcelos, 2013).

Para Vasconcelos (2013), as pesquisas realizadas no campo dos desperdícios, foi voltada para a elaboração do modelo que associasse o lean com o green por meio de mapeamento no processo construtivo, visando a identificação das perdas ambientais e de produção. Foi verificada a oportunidade de identificar falhas no processo operacional, e sugeriu ações para melhoria.

A ISO 14001 tem em sua estrutura seis etapas de implementação de um sistema de gestão ambiental efetivo. Essas etapas são:

Definição de uma política ambiental – estabelecimento de uma política comprometida com a organização com a proteção ambiental e a sustentabilidade.

Identificação e avaliação dos aspectos ambientais – identificação dos impactos ambientais significativos das atividades, produtos e serviços da empresa

Definição de objetivos e metas ambientais – estabelecimento de metas e objetivos para o desempenho ambiental, de acordo com a política ambiental estabelecida.

Elaboração de um programa de gestão ambiental – desenvolvimento de um programa de gestão ambiental.

Implementação de um sistema de monitoramento e controle – criação de um sistema para monitorar e controlar as atividades, bem como identificar oportunidades de melhoria.

Revisão e melhoria contínua – estabelecimento de processos para revisão periódica do sistema de gestão ambiental, com o objetivo de promover a melhoria contínua do desempenho ambiental da empresa (ABNT NBR ISO 14001,2015).

Portanto, pode ser sugerido a implantação da lean construction como ferramenta intrínseca à sustentabilidade na gestão de canteiros de obra mais sustentáveis (Vasconcelos, 2013).

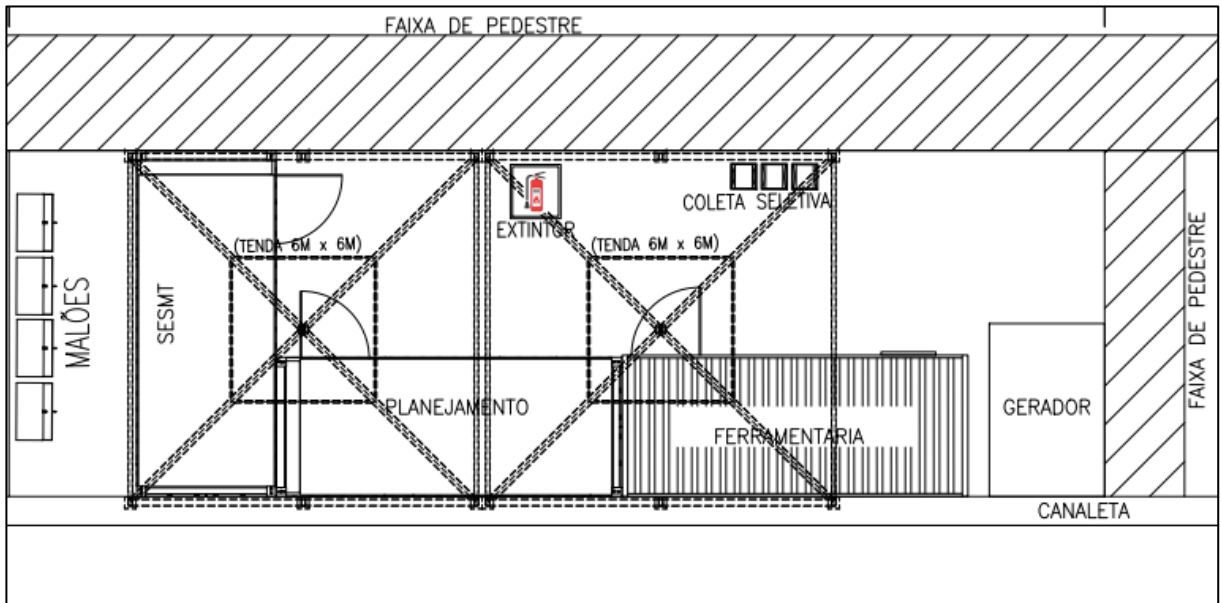
3 METODOLOGIA

A pesquisa se iniciou com a realização de uma revisão bibliográfica em livros, artigos, normas, legislação e teses. Foi realizado um levantamento dos principais aspectos que influenciam na gestão sustentável de canteiros de obras considerando os aspectos sociais (AS); consumo de materiais (CM); gestão de resíduos e emissões (GRE); instalações provisórias (IP).

Nesse artigo a pesquisa utilizou a abordagem do *Design Science Research* com o propósito de criar artefatos para alcançar metas e que consiste em avaliar esses artefatos (March; Smith, 1995). O presente artigo se enquadra nessa abordagem, pois o artefato proposto envolve a implementação e a avaliação de um SGIS, tendo sido realizado em estreita associação com as percepções e demandas da diretoria e dos executantes da obra.

A pesquisa foi realizada em um canteiro avançado, pensado e estruturado para atender os aspectos logísticos e garantir o bom funcionamento da obra. O layout padronizado garante a qualidade das instalações provisórias, proporcionando facilidades e benefícios durante a obra.

Figura 1: Layout padronizado do canteiro



Fonte: Acervo da empresa (2023).

Figura 02: Canteiro instalado



Fonte: Do autor (2023).

Figura 03: sala de Reunião, usada pelo planejamento



Fonte: do autor (2023).

Foi realizado um levantamento de dados com especialistas em gestão sustentável em canteiros de obra (gerente de contrato, qualidade e executantes de serviço) com o objetivo de avaliar os 16 indicadores existente, por meio de questionário. Os especialistas avaliavam cada um dos 16 indicadores e os executantes de serviço avaliam 4 indicadores em uma escala qualitativa entre ruim, regular, bom e ótimo utilizado pela empresa. A aplicação dos questionários ocorreu de setembro a novembro de 2023 Via Google Forms. Devido ao baixo retorno das respostas pelos executantes de serviço, também foram realizadas aplicações presenciais, obtendo-se no final um retorno de 40 questionários respondidos e válidos, o que corresponde a 60% dos questionários enviados. Quanto aos especialistas, os 10 questionários enviados, foram respondidos. Na análise dos dados foram considerados prioritários os indicadores que tinham maior avaliação positiva no critério relevância para o impacto.

Os executantes de serviço entrevistados foram: mecânicos, montadores e caldeireiros responsáveis por acompanhar projetos mecânicos, realizar manutenção em todo tipo de maquinário (engrenagens, rolamentos, motores redutores), ler e interpretar desenhos técnicos, montar e instalar máquinas industriais. Soldadores, responsáveis por cortar e unir metais, determinar processo adequado de soldagem, cumprindo com requisitos e padrões de qualidades. Montadores de andaime, responsável por montar e desmontar andaime de acordo com projetos específicos, para garantir a segurança da equipe da mecânica durante a execução da atividade.

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

Categorias	Boas práticas mais citadas nas metodologias pesquisadas	Indicadores proposto
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 os 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 Materiais (CM)	Incorporar critérios de sustentabilidade na seleção de produtos Identificar indicadores e formas de monitorar o consumo de materiais da obra	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 fumaça negra	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, notificações de emissão de fumaça negra

Instalações Provisórias (IP)	Planejar o layout das instalações Utilizar container tendas e mantê-los em boas condições	Qualidade das instalações provisória
-------------------------------------	--	--------------------------------------

Fonte: adaptado de Almeida, Costa & Alberte, (2020).

Nessa etapa foi realizado o estudo para avaliar o SIGS existentes e as ferramentas desenvolvidas, para essa avaliação. Foram definidos seis constructos do artefato proposto, para avaliar o sistema de indicadores e os impactos positivos esperados, os constructos utilizados foram os de relevância para o impacto, baixo custo e desempenho, de forma similar aos utilizados para analisar os resultados do levantamento de dados;

Para a realização das entrevistas foi elaborado um formulário com questões sobre os constructos, formado por perguntas, fechadas e medidas de opinião em escala *Likert* de 1 a 3. As entrevistas ocorreram nos mês de outubro de 2023, tendo sido entrevistadas nove pessoas envolvidas na avaliação do artefato (coordenador de obras, engenheiro de obra, engenheiro de segurança, auxiliar de meio ambiente e qualidade, assistente de planejamento, auxiliar de planejamento, auxiliar de segurança e técnica de segurança). O tempo médio das entrevistas foi de 20 min.

Os resultados obtidos no levantamento de dados e concepção do SIGS, e a avaliação de desenvolvimento dos 06 constructos foram elaborados em três etapas: sistemas de indicadores de impactos, avaliando a relevância, o baixo custo e a comparação de desempenho dos resultados; Avaliação do sistema de indicadores, considerando a aprendizagem com o uso das medidas; Avaliação da operacionalidade e facilidade de uso do artefato, considerando a operacionalidade do sistema e a facilidade para a avaliação.

O quadro 02 apresenta de forma detalhada a implementação do artefato, apresentando os constructos, as variáveis e as fontes de evidência para o sistema proposto.

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 entre contratos	
Implementação e uso do sistema de indicadores	Aprendizagem com o uso das medidas	Uso na melhoria dos processos Evolução do sistema de indicadores ao longo do tempo Uso na análise crítica	Análise de documentos Percepção do pesquisador Entrevistas

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	

Fonte: adaptado de Almeida et al(2020).

O Quadro 3 apresenta os 18 indicadores propostos para atender a gestão do SIGS. No diagnóstico da obra, pôde-se observar que a empresa já possui diversas ações sustentáveis em seus canteiros, apesar dessas ações serem medidas, houve a necessidade de avaliação de SIGS. Os indicadores já utilizados pela empresa, não são comparados entre os outras obras e, portanto, não havia uma real avaliação da evolução de desempenho da gestão sustentável das obras.

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
	Índice de satisfação do Cliente	Social	Enviar forms para avaliar o índice de satisfação do cliente	Mensal
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
CM	Percentual de materiais fabricados de origem local (em um raio de até 100 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
	Geração de fumaça negra	Ambiental	Número de n	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	%

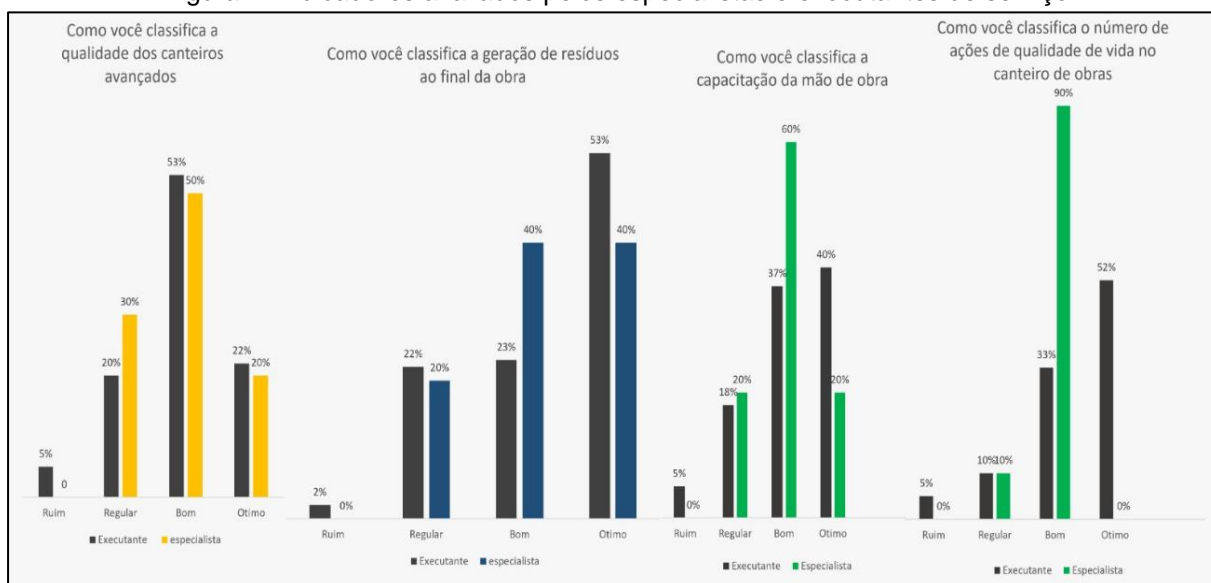
	Custo para destinação final dos resíduos	Econômica	R\$ custo com destinação/m ³ resíduo gerado	R\$/m ³
	Economia gerada com a doação/venda dos resíduos	Econômica	R\$ venda/m ³ resíduo gerado	R\$/m ³
IP	Qualidade das instalações provisórias	Social	(Número de itens "conforme"/Total de itens avaliados) x 100	%

Fonte: adaptado de Almeida, et al, (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos critérios analisados, dos 16 indicadores, 4 desses indicadores foram avaliados pelos especialistas e os executantes de serviço para avaliar o ponto de vista de cada um, conforme apresentado na figura 1.

Figura 4- Indicadores avaliados pelos especialistas e executantes de serviço



Fonte: Do autor (2023).

A Tabela 1 apresenta a classificação geral dos 16 indicadores avaliados, tomando como referência o critério relevância para o impacto. Os cinco indicadores considerados prioritários na ordem decrescente foram:

Tabela 1 - Priorização dos 16 indicadores propostos, de acordo com o resultado do levantamento de dados.

Indicador	Relevância	Baixo custo	Comparação	Utilizado
1 Qualidade das instalações provisórias	85%	67%	78%	68%

2	Geração de resíduos ao final da obra	56%	56%	33%	44%
3	Índice de capacitação de mão de obra	89%	67%	78%	89%
4	Geração de resíduos ao longo da obra	78%	78%	44%	78%
5	Consumo de água ao final da obra	89%	78%	78%	78%
6	Consumo de água ao longo da obra	89%	78%	56%	78%
7	Percentual de resíduos beneficiados	78%	67%	56%	56%
8	Custo para destinação final dos resíduos	78%	56%	78%	78%
9	Economia gerada com a doação/venda dos resíduos	89%	89%	44%	44%
10	Número de ações de qualidade de vida no canteiro de obras	89%	66%	79%	56%
11	Perda de material ao longo da obra	89%	56%	44%	56%
12	Índice de satisfação do cliente	89%	67%	45%	78%
13	Porcentagem de materiais adquiridos com baixo impacto ambiental	89%	78%	89%	55%
14	Utilização de componentes economizadores de água	89%	78%	44%	44%
15	Cumprimento do cronograma da obra	79%	79%	68%	68%
16	Geração de fumaça negra	89%	78%	56%	56%

Fonte: do autor (2023).

Com os resultados do levantamento foram proposto novos indicadores no intuito de suprir as necessidades 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) percentual de materiais fabricados de origem local, para mensurar os impactos da boa prática de “incorporar critérios de sustentabilidade na seleção de produtos”;

Ao longo da avaliação do SIGS na obra foi planejada a implementação de boas práticas, que deverão ser implementadas através da gestão de mudança, atendendo a todas as obras da empresa.

os indicadores percentual de materiais fabricados de origem local e percentual de materiais adquiridos com baixo impacto ambiental, são feitos por uma empresa do do mesmo grupo, esse processo é realizado na sede da empresa, o que inviabilizou a coleta deles na obra;

- (a) os indicadores custo para destinação final dos resíduos e economia gerada com a doação/venda dos resíduos não foram coletados em função do descarte de resíduos fazer parte do escopo do contrato da obra, portanto o valor para destinação do mesmo já está contemplado na desmobilização da obra.
- (b) Durante a obra a empresa utilizou equipamento que necessitam de controle de emissão de fumaça negra, no entanto nesse período, não houve nenhuma notificação de emissão de fumaça.

Vale destacar que, apesar de esses indicadores não terem sido coletados, as boas práticas relacionadas a eles foram avaliadas.

Os resultados das entrevistas com os envolvidos na avaliação do artefato são apresentadas 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 avaliados tanto pelos especialistas quanto pelos executantes 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.

A avaliação de absenteísmo 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 . 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 absenteísmo.

Tabela 2 - desempenho interno ao longo da obra

Indicador	MédiaObra
Consumo de água ao final da obra	149 m ³
Índice de capacitação de mão de obra	1.656 H
Geração de resíduos ao longo da obra	42 ton
Número de ações de qualidade de vida no canteiro de obras	5 ações
Cumprimento do cronograma da obra	100%

Fonte: do autor (2023).

Muitos dos executantes entrevistados consideram os indicadores propostos importantes, mas, poucos tem conhecimento dos indicadores já utilizados, para a avaliação dos impactos ambientais, e como essa avaliação é apresentada e discutida para tomadas de decisões na mitigação dos impactos causados. Já os especialistas entrevistados, consideram os indicadores importantes, tem conhecimento desses indicadores através da apresentação na análise critica mensal, adotam algumas praticas, porém não tem, uma sistemática para controle e comparação de desempenho com outras obras.

De acordo com a análise de documentos, com a observação ao longo da avaliação e com a percepção dos entrevistados, a inserção do SIGS na rotina organizacional não produziu mudanças nos procedimentos já adotados pela empresa.

Em relação à aprendizagem com a avaliação das medidas já adotadas, observou-se que ações foram realizadas no canteiro com base nos resultados do SIGS, tais como melhoria nas ações de qualidade de vida dos colaboradores, e realização de 5s antes

do início das atividades. Ao longo da avaliação, observou-se que os resultados dos indicadores são discutidos tanto nas reuniões periódicas com a equipe técnica da obra, como nas reuniões de análise crítica da empresa. Por fim, foi observado a implementação de novos indicadores, para melhor visibilidade dos colaboradores.

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 faz 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 avaliação do SIGS. ▪ A realização de treinamentos já existe 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 outras atividades ▪ Falta de cumprimento da 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 que são coletados nas outras obras da empresa.

Fonte: do autor (2023).

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

- (a) deve-se buscar o comprometimento da alta direção e de todos os envolvidos no processo, definindo-se as responsabilidades, para a coleta dos dados;
- (b) deve-se integrar o sistema ao dia a dia de todos os envolvidos, para tal, deverá haver treinamentos específicos, integrados às capacitações já usuais da empresa;
- (c) deve-se considerar a avaliação do sistema já implementado 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, numa periodicidade compatível com a necessidade, para uma tomada de decisões de modo que os envolvidos tenham conhecimento, entendimento e reconhecimento dos resultados obtidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal contribuição deste artigo foi a avaliação do desenvolvimento do Sistema de Indicadores para Gestão Sustentável (SIGS), composto de 18 indicadores, em que foram estabelecidos critérios objetivos que avaliam quantitativamente os impactos ambientais, classificados em sete categorias, quais sejam: aspectos sociais, consumo de água gestão de resíduos e emissões, instalações provisórias, (Almeida et al. 2020).

Os critérios adotados para avaliação dos indicadores, com a finalidade de desenvolver boas práticas através de metodologias disponíveis na literatura, levando em consideração a relevância, o baixo custo e a facilidade para avaliação tanto dos indicadores quanto das boas práticas.

Essa avaliação do sistema foi validado por 9 conhecedores do Sistema de Indicadores para Gestão Sustentável (SIGS) na construção. Os resultados mostraram que, a maioria dos respondentes consideram relevantes os indicadores e impactos gerados na no canteiro de obras durante a manutenção das estruturas, porém, poucos conseguem visualizar tais impactos.

Os resultados da avaliação do SIGS no estudo empírico obtidos no levantamento, indicaram a relevância para o impacto, o baixo custo e a importância do desempenho dos indicadores. Dos 18 indicadores propostos no sistema 3 deveriam ser implementados no estudo empírico mostrando que o sistema de indicadores proposto conseguiu atender às necessidades para uma gestão mais sustentável do canteiro.

Ainda, para a identificação de estratégias, serão implementados indicadores para a redução dos impactos ambientais, as quais serão definidas por meio 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, trazendo maior satisfação geral dos funcionários, melhor capacitação da mão de obra e melhores condições de trabalho no canteiro (Almeida et al. 2020).

Quanto a avaliação do uso do SIGS, observou-se que houve facilidade para avaliar o sistema na obra estudada, visto que o ambiente organizacional em análise já possui processos e padrões alinhados com a proposta de uma gestão sustentável de seus canteiros. Por outro lado os envolvidos na obra, tem conhecimento da importância do SIGS, porém suas atividades estão voltadas para produção. Conclui-se ainda que, para o SIGS estar efetivamente integrado à dinâmica produtiva do canteiro, deve ser considerado como atividade interligada ao planejamento e ao controle da obra, estando sob a responsabilidade colaboradores que irão utilizar 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 avaliado o SIGS para a obra em questão, não há restrições que o sistema possa ser implementado e avaliado a outros tipos de obras, como obras industriais e de infraestrutura, ou em outros estados do Brasil, em outras áreas industriais ou até em outros países.

REFERÊNCIAS

Almeida L de B, Costa DB, Alberte EPV. **Proposta de sistema de indicadores de desempenho para gestão sustentável em canteiros de obras.** *Ambient constr* [Internet]. 2020Jan;20(1):153–70. Available from: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000100367>.

ASSOCIAÇÃO Brasileira De Normas Técnicas (2015), NBR ISO 14001 – Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: ABNT.

Baptista Junior, Joel Vieira e Romanel, Celso **Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras.** urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana [online]. 2013, v. 5, n. 2 [Acessado 15 Maio 2022] , pp. 27-37. Disponível em: <<https://doi.org/10.7213/urbe.05.002.SE02>>. Epub 25 Jun 2015. ISSN 2175-3369. <https://doi.org/10.7213/urbe.05.002.SE02>.

Borges Filho, Francisco **O desenho e o canteiro no renascimento medieval** (séculos XII e XIII): indicativos da formação dos arquitetos mestres construtores / Francisco Borges Filho.--São Paulo, 2005. 262 p : il.

Braga, C. D. S. Q. "**Gestão da qualidade aplicada a canteiro de obras.**" Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro (2016).

Corrêa, Lásaro Roberto. "**Sustentabilidade na construção civil.**" Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil)-Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais (2009).

Costa, Willy Cardoso. Avaliação do layout de canteiros de obras. 2016. 73 f. TCC (Trabalho de conclusão de curso) – Graduação em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

Ferraz, Nelson Newton **Guia da construção civil : do canteiro ao controle de qualidade** / Nelson Newton Ferraz. -- São Paulo : Oficina de Textos, 2019.

Halfen, Vitor **Trabalho na construção por encomenda estatal: um estudo sobre a variabilidade da forma canteiro** / Vitor Halfen. -- Rio de Janeiro, 2019. 165 f.

Marques, Aline Míriam. PINTO, Augusto Eduardo Miranda. Moreira, Marcos Antônio Cruz. **Segurança do trabalho nos canteiros de obras: percepção dos trabalhadores quanto aos riscos no ambiente laboral.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 06, Vol. 07, pp. 05-29. Junho de 2021.

Oliveira, Jorge Antonio Da Cunha, **Proposta de Avaliação e Classificação da Sustentabilidade Ambiental de Canteiros de Obras.** Metodologia ECO OBRA aplicada no Distrito Federal - DFXvii, 286 p. 297mm (ENC/FT/UnB, Doutor , Estruturas e Construção Civil, 2011).

Oliveira, Victor Hugo Mazon de, and Sheyla Mara Baptista Serra. "**Controle de obras por RFID: sistema de monitoramento e controle para equipamentos de segurança no canteiro de obras.**" Ambiente construído 17 (2017): 61-77.

Reis, Angélica Mufato. "**Proposta de framework para medição e monitoramento proativo de segurança em canteiros de obra.**" (2018).

Saurin, Tarcísio Abreu. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações.** 1997.

Scardoelli, Lisiane Salerno. **Iniciativas de melhorias voltadas à qualidade e à produtividade desenvolvidas por empresas de construção de edificações.** 1995.

Vasconcelos, Iuri Aragão de. **Modelo para prática e avaliação de canteiros de obra sustentáveis** – uma visão Lean x Green x Wellbeing / Iuri Aragão de Vasconcelos. – 2013.

1. Apêndice

<https://drive.google.com/drive/folders/1WjNEhr2GIQEDqAhNZW87rOli19En9V4d?usp=sharing>