

SERVIÇOS SUSTENTÁVEIS APLICADOS AO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

SUSTAINABLE SERVICES APPLIED TO THE MANAGEMENT OF WASTE FROM CONSTRUCTION

SERVICIOS SOSTENIBLES APLICADOS A LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

Carla Tognato de Oliveira^{1,*}; Jorge Luiz Guedes Santana²; Bruno Santos Vieira³; Fábio Sprada de Menezes⁴; Edson Pacheco Paladini²

¹Grupo de Pesquisa em Avaliação de Ciclo de Vida - CICLOG, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - PPGEA, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

²Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGEPP, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

³Departamento de Engenharia de Produção, Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC

⁴Departamento de Fisioterapia, Centro Universitário Estácio de Santa Catarina - Estácio SC

*contato autor correspondente: carla.tognato@posgrad.ufsc.br

RESUMO

Resíduos da construção e demolição devem ser tratados com atenção devido à falta de espaço de aterro e às possíveis substâncias perigosas neles contidas. Essa tendência leva prestadores de serviços a uma busca de se distinguir na entrega de valor ao cliente e obterem vantagens competitivas. Como as ideias sustentáveis são destaque de uma prestadora de serviços, o trabalho objetiva definir oportunidades de melhoria no serviço que contribuam para a reutilização ou reciclagem dos resíduos de seus clientes da construção civil. A proposta consistiu em ampliar as funcionalidades do software de uma microempresa de consultoria permitindo a interação entre construtora e demais envolvidos na gestão de resíduos. Tal interação resulta no serviço chamado bolsa de resíduos da construção civil. Os benefícios representam melhorias, sendo que o serviço sustentável proposto é um passo a mais para o atendimento total ao consumidor e representa progresso a nível estratégico.

Palavras-Chave

Serviço sustentável; Servitização; Qualidade; Resíduos da construção e demolição; C&D.

RESUMEN

Los residuos de construcción y demolición deben manejarse con cuidado debido a la falta de espacio para vertedero y las posibles sustancias peligrosas que contiene. Esta tendencia impulsa a los proveedores de servicios a buscar la excelencia en la entrega de valor al cliente y la obtención de una ventaja competitiva. Como las ideas sostenibles son punto culminante de un proveedor de servicios, el objetivo de este trabajo es definir oportunidades de mejora del servicio que contribuyan a la reutilización o reciclaje de los residuos de los clientes de la construcción civil. La propuesta consistió en ampliar la funcionalidad del software de una microempresa consultora, permitiendo la interacción entre la empresa constructora y otros involucrados en la gestión de residuos. Tal interacción da como resultado el servicio denominado intercambio de residuos de construcción civil. Los beneficios suponen mejoras, y el servicio sostenible propuesto es un paso más hacia la atención total al cliente y representa un avance a nivel estratégico.

Palabras clave

Servicio Sostenible; Servitización; Calidad; Residuos de Construcción y Demolición; C&D.

ABSTRACT

Construction and demolition waste must be handled with care due to the lack of landfill space and the possible hazardous substances contained therein. This trend drives service providers on a quest to excel in delivering customer value and gaining competitive advantage. As sustainable ideas are a highlight of a service provider, the work aims to define service improvement opportunities that contribute to the reuse or recycling of waste from civil construction clients. The proposal consisted of expanding the software functionality of a consulting micro company, allowing interaction between the construction company and others involved in waste management. Such interaction results in a service called civil construction waste exchange. The benefits represent improvements, the proposed sustainable service is one more step towards total customer service and also represents progress at a strategic level.

Key Words

Sustainable service; Servitization; Quality; Construction and demolition waste; C&D.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a construção civil tem incrementado significativamente a quantidade de resíduos. Essa grande quantidade de resíduos provém de diversas fontes, principalmente das obras de intervenção como reformas, ampliações e demolições (Brasileiro & Matos, 2015). Esse fluxo de resíduos da construção e demolição (C&D) deve ser tratado com atenção especial devido à falta de espaço de aterro para eliminação e às várias substâncias perigosas nele contidas. Seu gerenciamento realizado inadequadamente, além de provocar gastos financeiros significativos,

pode provocar graves danos ao meio ambiente e comprometer a saúde e o bem-estar da população (Silva, De Brito & Dhir, 2014).

Além de ser um dos grandes desafios para as cidades e empresas da construção civil ao longo das próximas décadas (Santiago & Dias, 2012), a gestão desses resíduos vem se solidificando como uma atividade de desenvolvimento sustentável. Por este motivo, em 2015, a União Europeia apresentou o novo pacote de economia circular, que implica na redução de resíduos ao seu mínimo. Esse pacote destaca cinco setores prioritários que precisam de atenção especial para fechar o ciclo com metas até 2030, um desses setores é a C&D (Bourguignon, 2016).

O Brasil não possui metas claras para os resíduos da construção civil, no entanto, existe a Lei no 12305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que é o pilar para a gestão dos diversos resíduos do país. Segundo a PNRS, a gestão dos resíduos é caracterizada como o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. Além de ter como princípio a responsabilidade compartilhada entre poder público, empresas e a sociedade civil organizada (Brasil, 2010). Portanto, reduzir, reutilizar e reciclar resíduos são práticas essenciais a serem utilizadas nos canteiros de obras.

Nesse contexto, vem aumentando a oferta por gestão nesse ramo de negócios. Cada vez mais serviços e produtos aparecem como meios de solução para esse problema. Desde a operação de serviços de reciclagem e reutilização desse material até empresas da construção civil que buscam de forma racional reduzir a geração desses resíduos. Essa tendência leva os prestadores de serviços a uma busca constante e desafiadora de se distinguir na entrega de valor ao cliente e assim obterem vantagens competitivas. Isso tem exigido desses prestadores de serviços muito mais do que qualidade e preço como fator distintivo no mercado. O desafio dos prestadores de serviços está centrado, entre outros, na inovação e na flexibilidade do processo para agregar valor percebido e entregá-lo ao cliente (Baines et al., 2017).

Assim sendo, Boons, Montalvo, Quist & Wagner (2013) descrevem que qualquer alteração significativa da lógica econômica dominante envolve a aplicação de novos modelos de negócios por atores que buscam promover ideias mais sustentáveis, o que pode levar a diferentes tipos de práticas e inovações sustentáveis. Entendendo que essas ideias sustentáveis podem servir como forma de destaque de uma prestadora de serviços em relação a outra, o objetivo deste trabalho é

o de definir oportunidades de melhoria no serviço de uma empresa de consultoria que contribuam para a reutilização ou reciclagem dos resíduos de seus clientes da construção civil.

Este artigo está estruturado em seis seções, apresentando além desta introdução: i) um referencial teórico sobre a problemática do gerenciamento de resíduos da construção civil; ii) procedimentos metodológicos; iii) proposta de serviço sustentável no contexto da gestão da qualidade; iv) implantação do serviço; v) avaliação do serviço sustentável e vi) conclusões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O desperdício de demolição de construção é um problema mundial. O desenvolvimento nas indústrias de construção tem grandes efeitos para o meio ambiente, especialmente nas mudanças ambientais e nos resíduos produzidos. Os resíduos de material de construção referem-se aos materiais do canteiro de obras que não podem ser utilizados para fins de construção e devem ser removidos por qualquer motivo (Rani, 2017). A produção estimada desses resíduos no Brasil é superior a 70 mt/ano (cerca de 500 kg/ano per capita), mas essa quantidade é variável e tem correlação com o IDH (índice de desenvolvimento humano), como afirma Contreras et al. (2016). O relatório “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2015”, revela que, em 2015, os municípios coletaram cerca de 45 milhões de toneladas de resíduos de C&D no Brasil, um aumento de 1,2% em relação a 2014 (ABRELPE, 2016). No entanto, a quantidade total desses resíduos é ainda maior, visto que os municípios coletam apenas os resíduos lançados ou abandonados nos logradouros públicos.

No Brasil, o Decreto 10.936 (Brasil, 2022) que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos e prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos. As questões de sustentabilidade são das mais preocupantes, pois usam grande quantidade de recursos naturais para a produção de materiais como o concreto. O esgotamento dos recursos naturais é uma das questões de sustentabilidade que precisa ser abordada de forma eficiente.

A tendência recente na indústria da construção é usar a fonte alternativa de materiais de construção que pode substituir o uso de materiais virgens, a fim de reduzir o impacto ambiental em termos de consumo de energia, poluição, eliminação de resíduos e aquecimento global. Por outro lado, os resíduos gerados pela demolição da antiga estrutura e atividade de construção é motivo de preocupação em todo o mundo (Behera, Bhattacharyya, Minocha, Deoliya & Maiti, 2014).

Segundo Santana et al. (2020) os impactos ambientais e socioeconômicos advindos do mal gerenciamento dos resíduos sólidos, sejam eles de qualquer tipo, são inquestionáveis. Além disso, o descarte inadequado de resíduos sólidos em ruas, estações de metrô, rios e riachos e aterros em não conformidade contribuem com o agravamento dos problemas ambientais, obviamente, ameaçando a saúde pública. Tam e Lu (2016) reconhecem que a geração de resíduos está intrinsecamente ligada ao perfil e à prática de uma economia, em especial da indústria da construção e a partilha de conhecimentos nesta área pode ajudar a melhorar a gestão de resíduos em vários países.

De acordo com a legislação espanhola, a quantidade de resíduos não perigosos de construção e demolição C&D em peso deve ser reduzida em pelo menos 70% até 2020. Contudo, o comportamento atual das partes envolvidas no processo de gestão de resíduos torna este objetivo difícil de alcançar (Calvo, Varela-Candamio & Novo-Corti, 2014).

Nos Estados Unidos edifícios residenciais e comerciais geram uma quantidade significativa de resíduos de C&D. Devido aos custos crescentes da disposição de desperdício de construção, uma estimativa exata da quantidade de desperdício de construção é um fator chave no sucesso de um projeto (Lee, Kim & Kim, 2016). Para Bovea e Powell (2016) a indústria da construção contribui com uma grande parte do fluxo de resíduos. Tanto o aumento da consciência ambiental como o aumento do custo de deposição de resíduos têm levado muitas empresas de construção a reavaliar suas práticas.

De acordo com o Gabinete de Estatísticas da União Europeia (Eurostat), em 2014, a EU-28 registrou a maior produção de resíduos do período que iniciou em 2004 com 2,5 bilhões de toneladas de resíduos (ou cerca de 5 toneladas per capita) (Eurostat, 2017). A produção de resíduos do setor da construção na UE-28 aumentou 1,7% entre 2012 e 2014, e é o setor que mais gera resíduos (34,7% em 2014) (Eurostat, 2017). Enquanto os setores da agricultura e indústria transformadora diminuíram suas gerações de resíduos, entre 2004 e 2014, o setor da construção aumentou em 57,2% do total durante esse mesmo período (Eurostat, 2017).

Nas últimas décadas, segundo Calvo et al. (2014) a crescente atividade do setor de construção levou a uma acumulação excessiva de resíduos C&D. O tratamento destes resíduos tornou-se uma tarefa complexa porque a sua gestão resulta em processos de 3R (redução, reuso e reciclagem) envolvendo novas técnicas e custos (Ghisellini, Ripa & Ulgiati, 2018). Uma vez que as

empresas de construção não têm incentivos para a gestão de resíduos, a única solução é recorrer a medidas administrativas ou instrumentos políticos.

Por conseguinte, é necessário que sejam implementadas medidas que evitem as elevadas quantidades de desperdício de resíduos e uma regulação eficaz que determine o armazenamento, a distribuição e o reaproveitamento dos resíduos de C&D.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa pesquisa concentrou-se na fase de análise do problema e proposição de soluções, pois visou compreender o produto atual de serviço de gerenciamento de resíduos da construção civil e suas potenciais melhorias objetivando a gestão da qualidade.

3.1 Caracterização da empresa

A microempresa, foco deste trabalho, é composta por 2 sócios proprietários e 1 funcionário, trabalha com consultoria e gerenciamento do canteiro de obras, para que não haja desperdício de material e a gestão dos resíduos da construção. Atualmente ela fornece um *software* que armazena dados das transportadoras, dos aterros licenciados, das quantidades de resíduos gerados e das quantidades de resíduos reaproveitados, possibilitando o registro de atividades relacionadas a gestão de resíduos da empresa consumidora do serviço de consultoria.

O orçamento para aplicar o serviço era reduzido, sendo um limitante. Assim, todo o serviço proposto foi resultado de reiterados ajustes discutidos entre os autores deste artigo e os sócios proprietários da empresa em questão, de modo a assegurar uma solução factível e concisa.

3.2 Análise do produto e potenciais melhorias

A pesquisa foi dividida em duas principais fases: i) compreensão do produto e; ii) propostas de melhorias no contexto da gestão de qualidade.

Para a primeira fase, foram usados estágios de entrevista (Kvale, 2007): (1) Tema: entrevista com os proprietários da empresa com objetivo exploratório e explanatório do produto; (2) Design: entrevista semi-estruturada, visita à cliente e participação de reunião da empresa com cliente; (3) Análise: identificação das dificuldades dos clientes e as necessidades destes; (6) Verificação:

triangulação entre entrevista, observação (Jonsen & Jehn, 2009) e revisão de documentos (Bowen, 2009).

Após entrevistas, observações e revisão de documentos foram identificados dois temas principais: gestão da qualidade e uma forma de realizar trocas e vendas dos resíduos para que não haja custo de disposição final ambientalmente adequada. Com o conhecimento dos temas principais, a segunda fase foi caracterizada pela pesquisa bibliográfica (relatórios empresariais, artigos científicos e teses) envolvendo gestão da qualidade (Souza & Abiko, 1997), bolsa de resíduos (Archanjo, 2008) e seu funcionamento (Silva & Pasqualetto, 2007).

4 PROPOSTA DE SERVIÇO SUSTENTÁVEL NO CONTEXTO DA GESTÃO DA QUALIDADE

Paladini (2009) explica que gestão da qualidade pode se fazer por meio de:

- Postura Reativa: Quando se determinam as características que o mercado deseja e as viabilizam.
- Postura Proativa: (1) Quando se criam necessidades, caracterizando uma ação estratégica; (2) Quando se amplia adequação do produto ao uso por meio do aumento de elementos dos produtos como: durabilidade, confiabilidade, facilidades de uso, segurança conforto, etc.

Sendo assim, o objetivo do serviço proposto foi a de, através de uma postura proativa, criar necessidades nos consumidores e clientes, ampliando a faixa de mercado da empresa prestadora de serviços de gerenciamento de resíduos da construção civil.

Por existir a limitação orçamentária da empresa, a proposta consistiu em ampliar as funcionalidades do *software* para que o acesso seja online e permita, além do registro, a interação entre a empresa construtora e os demais envolvidos na gestão de resíduos: potenciais compradores; transportadores; e aterros legalizados. Tal interação resultou num novo serviço chamado bolsa de resíduos da construção civil, o que deve atrair novos consumidores para os serviços da empresa de consultoria vindo de todas as partes interessadas da cadeia.

A proposta consistiu, assim, na inclusão das funcionalidades no *software* referentes à permissão de cadastro de:

- Obras geridas pela construtora;

- Compradores e transportadores de resíduos da construção civil;
- Aterros legalizados;
- Permissão de transações comerciais diretas entre compradores, transportadores e geradores de resíduos, caracterizando uma bolsa de resíduos da construção civil;
- Geração de relatórios de: destinação, geração, desempenho, financeiro; por obra.

A Tabela 1 resume as funcionalidades propostas. E os impactos com a inclusão das mencionadas funcionalidades, serão detalhados no capítulo 5.

Tabela 1

Síntese das funcionalidades propostas.

	<i>Software atual</i>	<i>Software proposto</i>
Ambiente	<i>Offline</i>	<i>Online</i>
Interatividade	Permite tão somente o registro das interações entre as partes envolvidas na gestão dos resíduos	Permite interações diretas entre as partes envolvidas na gestão dos resíduos, bolsa para resíduos
Relatórios	Gera relatórios genéricos quanto à destinação, geração, desempenho e ao financeiro	Gera relatórios específicos por obra gerida pela construtora relativos à destinação, geração, desempenho e financeiro

5 IMPLANTAÇÃO DO SERVIÇO SUSTENTÁVEL

O resumo do planejamento do projeto de implantação do serviço sustentável encontra-se na Tabela 2. Ressalta-se que, em virtude da implementação e a formação dos consultores poderem ser realizadas pelos próprios sócios proprietários, o risco do projeto foi reduzido, em que o recurso de tempo é de extrema importância. Os únicos custos diretos associados ao projeto, foram assim, aqueles relativos ao marketing necessário para divulgação do novo serviço e os custos com hospedagens para o *site* da corporação.

Tabela 2

Resumo do planejamento de implantação do serviço proposto.

Objetivo	Criação da bolsa de resíduos
----------	------------------------------

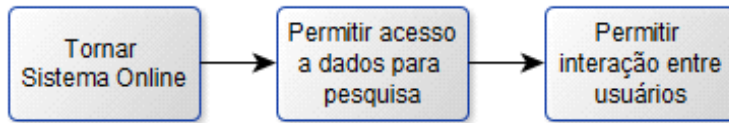
Ações necessárias	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementação das novas funcionalidades ao <i>software</i> 2. Divulgação 3. Treinamentos
Responsabilidades	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementação: Sócio proprietário nº1 da empresa 2. Divulgação e Treinamentos para consultores: Sócio proprietário nº 2 da empresa
Recursos necessários	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tempo dos sócios-proprietários para implementação do serviço e formação dos consultores 2. Custos de divulgação e do domínio para o <i>site</i>
Treinamentos necessários	Treinamento sobre as novas funcionalidades para os consultores da empresa e para os consumidores do serviço de consultoria
Indicadores de sucesso da implantação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Número de usuários no bimestre/meta de usuários do bimestre 2. Número de transações realizados no mês vigente/meta do mês
Periodicidade de avaliação da implantação	Mensal
Indicadores de desempenho dos consultores	<ol style="list-style-type: none"> 1. Percentual de consultores aptos a ministrar o treinamento do <i>software</i> 2. Número de treinamentos do <i>software</i> ministrados por cada consultor

A ação, acima mencionada por “implementação das novas funcionalidades ao *software*”, foi dividida, cronologicamente, em três macro fases (Figura 1), a saber:

1. Criação de ambiente online, para os funcionários da empresa construtora, com o objetivo auxiliar na gestão de múltiplas obras;
2. Permissão do acesso aos dados para pesquisas com fins estatísticos, sem a identificação dos geradores de resíduos. Tal etapa, serviu de divulgação da empresa e para atrair interessados nos resíduos gerados, de modo que se dá início a bolsa com um número elevado de usuários, condição necessária para o propósito almejado.
3. Permissão da interação entre usuários dos sistemas.

Figura 1

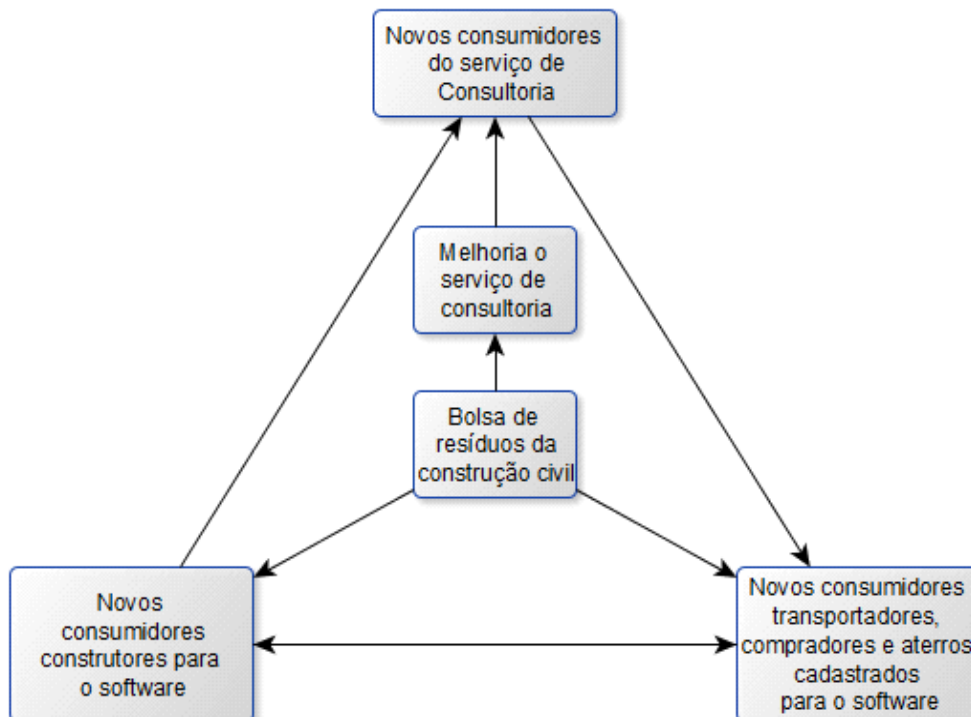
Macro fases da implementação das novas funcionalidades



Taguchi, Elsayed e Hsiang (1989) propõem uma diferenciação entre consumidores e clientes, definindo consumidores como aqueles que consomem e clientes como aqueles que sofrem impacto do uso dos produtos. Segundo Paladini (2009) a gestão da qualidade total criou o processo de consistente evolução, o qual é caracterizado pela transformação de clientes em consumidores. Nesse sentido, o serviço se enquadra no contexto da gestão da qualidade total, incentivando a transformação de clientes em consumidores. A Figura 2 representa o efeito da evolução esperado por meio do serviço.

Figura 2

Efeito da evolução esperado na implantação da bolsa de resíduos



Conforme se observa na Figura 2, a bolsa de resíduos resulta diretamente em novos consumidores para o *software*, uma vez que mais empresas construtoras, mais transportadoras e mais compradores de resíduos poderão obter benefícios financeiros com o novo serviço. Como resultado, na medida em que surgem novos usuários do *software*, maior se torna o mercado de resíduos e o serviço tende a se tornar ainda mais atrativo para outros novos usuários.

Ocorre que é esperado a melhora direta do serviço de consultoria, em virtude do mercado criado. Tal fato, aliado ao surgimento de novos usuários de construtoras interessados no *software*, deverão resultar num aumento da procura por serviços de consultoria da empresa objeto de estudo. Este aumento, por sua vez, deverá resultar em mais emissores cadastrados na bolsa, o que deverá atrair mais usuários para o *software*, gerando uma reação em cadeia positiva para a empresa e também para a sociedade, uma vez que resíduos que eventualmente iriam para aterros, poderão ser reaproveitados. É válido elucidar ainda, a afirmação de Paladini (2009), de que a atuação social efetiva da empresa pode ser a chave para transformar clientes em consumidores.

6 AVALIAÇÃO DO SERVIÇO SUSTENTÁVEL IMPLANTADO

Gestão da Qualidade é definida pelo direcionamento das operações de produção para o pleno atendimento dos consumidores. Esse conceito harmoniza as ações da organização com os objetivos e as diretrizes gerais que a identificam e a caracterizam, gerando impactos positivos nos 3 níveis:

- Estratégicos:
 - Amplia-se a faixa de mercado do *software* - clientes se tornarão consumidores, caracterizando o processo de evolução;
 - Aumento do reaproveitamento global dos resíduos - impacto social da qualidade;
 - Banco de dados com informações estratégicas sobre clientes e consumidores - atenção ao consumidor e visão de futuro.
- Táticos:
 - Melhor comunicação entre consultoria e construtora - conhece-se os clientes, desta forma é possível preparar treinamentos mais personalizados, mais adequadas ao uso dos clientes.

- Operacionais:
 - Consultoria mais focada nas atividades que geram mais resíduos - planejar canteiro de obras (fazer o que é necessário de forma eficaz), fazer gestão dos resíduos gerados (normas de triagem e limpeza) e incentivar a melhoria contínua (menos geração de resíduos e reutilização em outros processos da obra);
 - Maior controle e garantia de qualidade pela consultoria.

Os benefícios são voltados a ambos, organização e consumidores. A tabela 3 apresenta, de forma resumida, esses benefícios.

Tabela 3

Síntese dos benefícios.

Melhorias	Benefícios empresa de consultoria	Benefícios empresas consumidoras
Cadastro obras geridas pela construtora	Informações nos bancos de dados úteis para tomada de decisão	
Cadastro compradores e transportadores de resíduos da construção civil		Concorrência entre cadastrados – menor gasto em transporte e disposição final do resíduo da construção civil
Cadastro de aterros legalizados		Garantia de sua empresa não ser multada por disposição final incorreta
Bolsa de resíduos	As construtoras sentem necessidade da implantação de gerenciamento de resíduos – Mais consultorias feitas pela empresa	<ul style="list-style-type: none"> • Redução dos desperdícios por meio da máxima utilização dos materiais • Possibilidade de geração de receita direta • Redução de custos diretos relacionados ao manuseio,

Relatórios

Venda de consultoria voltada para as etapas de construção com desempenho baixo

armazenamento, transporte e destinação final

- Preservação e melhoria do meio ambiente
- Controle sobre as operações da obra
- Disponibilidade imediata de informações seguras
- Obtenção de informações e resultados que auxiliem na tomada de decisões
- Total visibilidade do desempenho das etapas da construção

Os benefícios supracitados representam melhorias nas duas dimensões da qualidade total. Quanto a dimensão externa, o serviço sustentável proposto é um passo a mais para o atendimento total ao consumidor. Esse, representou uma busca de atendimento a todas as necessidades, expressas ou não, pelos clientes. Quanto a dimensão interna, o serviço proposto representou progresso a nível estratégico. Uma vez que contribuiu para o objetivo do envolvimento total da organização na qualidade.

7 CONCLUSÕES

A aplicação da servitização viabiliza modelos mais sustentáveis, gerando ganhos para o meio ambiente, entregando mais valor para o cliente e criando novas possibilidades de remuneração para a empresa. Este processo torna-se estruturado e cauteloso e está ligado à estratégia da organização.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi o de definir oportunidades de melhoria no serviço de uma empresa de consultoria que contribuíssem para a reutilização ou reciclagem dos resíduos de seus clientes da construção civil, por meio de um ambiente virtual interativo. Assim, o cliente pôde ter acesso às informações do próprio cliente como pôde interagir com outros clientes.

Tais questões são necessárias por parte dos clientes que possuem a demanda de gerenciar seus resíduos, assim como reduzir a quantidade de resíduos que vão para aterros e diminuir gastos com matéria-prima através da bolsa de resíduos.

A criação do ambiente virtual de monitoramento e interação gerou uma servitização. Essa gera uma incorporação ao valor no serviço já prestado e possui atributos importantes para a melhoria da qualidade no atendimento da empresa analisada, nos serviços prestados ao consumidor e, paralelamente, otimiza as atividades da organização.

As principais limitações relacionadas ao estudo são: i) não aplicação da proposta de serviços sustentáveis; ii) foco numa microempresa nacional e; iii) falta de um estudo de viabilidade financeira para o desenvolvimento do *software*. Sendo assim, trabalhos futuros podem fazer estudos de caso em diferentes empresas. Além de estudo monetário mais aprofundado do desenvolvimento, implantação e uso do *software* e o retorno financeiro para as empresas. Uma possível barreira à eficácia da aplicação do *software* é a ocorrência de aterros e depósitos ilegais, não autorizados pela prefeitura. Finalmente, conceitos como economia circular devem ser incluídos nas estratégias de gestão de resíduos da C&D.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram que não têm interesses financeiros concorrentes ou relações pessoais que possam ter influenciado o trabalho relatado neste artigo. Nada a declarar.

Contribuições dos autores

CTO: Conceituação, Investigação, Metodologia, Validação, Escrita - R Primeira Redação e Revisão e Edição, Visualização.

JLGS: Conceituação, Investigação, Metodologia, Escrita – Primeira Redação e Revisão.

BSV: Conceituação, Investigação, Metodologia, Escrita - Primeira Redação e Revisão.

FSM: Conceituação, Investigação, Escrita - Primeira Redação.

EPP: Conceituação, Validação, Supervisão

REFERÊNCIAS

- Archanjo, C. do R. (2008). Estudo da percepção dos atores envolvidos nos processos operacionais das bolsas de resíduos das federações das indústrias.
- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). (2016). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2015. Recuperado em 02 de maio de 2021, de <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>.
- Baines, T., Ziaee Bigdeli, A., Bustinza, O. F., Shi, V. G., Baldwin, J., & Ridgway, K. (2017). Servitization: revisiting the state-of-the-art and research priorities. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(2), 256-278. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-06-2015-0312>.
- Behera, M., Bhattacharyya, S. K., Minocha, A. K., Deoliya, R., & Maiti, S. (2014). Recycled aggregate from C&D waste & its use in concrete—A breakthrough towards sustainability in construction sector: A review. *Construction and building materials*, 68, 501-516. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.07.003>.
- Boons, F., Montalvo, C., Quist, J., & Wagner, M. (2013). Sustainable innovation, business models and economic performance: an overview. *Journal of Cleaner Production*, 45, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.08.013>.
- Bourguignon, D. (2016). Closing the Loop-New Circular Economy Package (Briefing No. PE 573.899). European Commission, European Parliamentary Research Service (EPRS).
- Bovea, M. D., & Powell, J. C. (2016). Developments in life cycle assessment applied to evaluate the environmental performance of construction and demolition wastes. *Waste Management*, 50, 151-172. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.036>.
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative research journal*, 9(2), 27-40.
- Brasil. (2022 de 12 de janeiro). Decreto 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Brasileiro, L. L., & Matos, J. M. E. (2015). Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil (Literature review: reuse of construction and demolition waste in the construction industry). *Cerâmica*, 61, 178-189. <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>.
- Calvo, N., Varela-Candamio, L., & Novo-Corti, I. (2014). A dynamic model for construction and demolition (C&D) waste management in Spain: Driving policies based on economic incentives and tax penalties. *Sustainability*, 6(1), 416-435. <https://doi.org/10.3390/su6010416>.
- Contreras, M., Teixeira, S. R., Lucas, M. C., Lima, L. C. N., Cardoso, D. S. L., da Silva, G. A. C., Gregório, G. C., de Souza, A. E., & dos Santos, A. (2016). Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (Brazil case-study). *Construction and Building Materials*, 123, 594-600. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.044>.
- Eurostat. (2017). Estatísticas dos resíduos. Recuperado em 03 de setembro de 2021, de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/pt.

- Ghisellini, P., Ripa, M., & Ulgiati, S. (2018). Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 618-643. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.207>.
- Jonsen, K., & Jehn, K. A. (2009). Using triangulation to validate themes in qualitative studies. *Qualitative research in organizations and management: an international journal*, 4(2), 123-150.
- Kvale, S. (2007). *Doing interviews*. SAGE Publications, Ltd.
- Lee, D., Kim, S., & Kim, S. (2016). Development of hybrid model for estimating construction waste for multifamily residential buildings using artificial neural networks and ant colony optimization. *Sustainability*, 8(9), 870. doi:10.3390/su8090870.
- Lehmann, S. (2011). Optimizing urban material flows and waste streams in urban development through principles of zero waste and sustainable consumption. *Sustainability*, 3(1), 155-183. doi:10.3390/su3010155.
- Paladini, E. P. (2009). *Gestão estratégica da qualidade: princípios, métodos e processos* (2ª ed.). São Paulo: Atlas.
- Rani, H. A. (2017). The Impact of Construction Waste to The Environmental on Project Development in Aceh. *International Journal of Management, information Technology and Engineering*. 5, 1-8. https://www.researchgate.net/publication/316561517_The_Impact_of_Construction_Waste_to_The_Environmental_on_Project_Development_in_Aceh
- Raut, S. P., Ralegaonkar, R. V., & Mandavgane, S. A. (2017). Development of sustainable construction material using industrial and agricultural solid waste: A review of waste-create bricks. *Construction and building materials*, 25(10), 4037-4042. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.04.038>.
- Santana, R. F. Júnior, W. R.A. El-Deir, S. G. (2020). *Resíduos sólidos: desenvolvimento e sustentabilidade*. 1. ed. Recife : EDUFRPE: Gampe. 1 livro digital (479 p.: il.).
- Santiago, L. S., & Dias, S. M. F. (2012). Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 17(2), 203-212.
- Silva, G. N., & Pasqualetto, A. (2007). *Bolsa de resíduos no Estado de Goiás: uma contribuição para a gestão do lixo industrial*.
- Silva, R. V., De Brito, J., & Dhir, R. K. (2014). Properties and composition of recycled aggregates from construction and demolition waste suitable for concrete production. *Construction and Building Materials*, 65, 201-217. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.04.117>.
- Souza, R. D., & Abiko, A. (1997). *Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte*. São Paulo, 335.
- Taguchi, G., Elsayed, E. A., & Hsiang, T. C. (1989). *Quality engineering in production systems* (Vol. 173). New York: McGraw-Hill.
- Tam, V., & Lu, W. (2016). Construction waste management profiles, practices, and performance: a cross-jurisdictional analysis in four countries. *Sustainability*, 8(2), 190. <https://doi.org/10.3390/su8020190>.