

## **A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**MARIA MARGARETE BACCIN BRIZOLLA**  
UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU - FURB  
marga.brizolla@unijui.edu.br

**ROSELAINÉ FILIPIN**  
UNIJUI-UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RS  
roselaine.filipin@unijui.edu.br

**CAROLINE MÜLLER WINDMÖLLER**  
UNIJUI - UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
carolmuller88@hotmail.com

**FABRICIA SILVA DA ROSA**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
fabriciasrosa@hotmail.com

# A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

## RESUMO

A construção civil é um dos setores que mais promovem impactos negativos ao meio ambiente, porém pode ser reduzida com um planejamento sustentável e da conscientização dos gestores. Sendo assim, entende-se que a sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente, de modo a preservá-los para o futuro, viabilizando o desenvolvimento sustentável da humanidade. Nesse sentido o objetivo do estudo foi verificar como a construção civil pode ser impactada, no que se refere a sustentabilidade com a substituição de materiais convencionais por ecológicos. Para tanto, efetuou-se um estudo de campo, descritivo com abordagem qualitativa, utilizando-se para a coleta dos dados a observação e a entrevista despadronizada. Os achados do estudo apontam para a melhora no desempenho econômico com a diminuição dos custos inerentes à substituição de matéria prima convencional (que são os materiais extraídos da natureza e não renováveis) por material ecológico, indicando que além disso, práticas sustentáveis e a disseminação de informações relacionadas à minimização de impactos ambientais negativos, assim com a diminuição dos custos de produção pode ser disponibilizado no mercado moradias de menor valor para a sociedade, contribuindo assim para a redução do déficit com moradia e permitindo maior geração de emprego e renda.

**Palavras Chaves:** Social. Econômicas. Ambientais. Degradação.

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é definido como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (BRUNDTLAND, 1987). A sustentabilidade urbana é um tema emergente, de acordo com Lazaroiu e Roscia (2012), as cidades utilizam 75% da produção global de energia e produzem 80% das emissões de CO<sub>2</sub>, Munier (2011) identifica que o aumento da população nas cidades é uma das principais causas da degradação ambiental. Além disso, o autor define o desenvolvimento urbano sustentável como um processo de relação sinérgica evolutiva entre as dimensões social, econômico, ambiental e física e ambiental. Isto assegura aos cidadãos uma condição não-decrescente de bem-estar a longo prazo, sem afetar as probabilidades de progresso de zonas circundantes e colabora para a diminuição dos efeitos nocivos à biosfera.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em 1972, despertou a consciência ambiental global. O conceito desenvolvimento sustentável inspirado na Conferência de 1972 ganhou notoriedade através da publicação do Relatório Brundtland (BRUNDTLAND, 1987), lançado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU em 1987. Desde a publicação do relatório inúmeros estudos para definir o desenvolvimento sustentável foram realizados por várias instituições e organizações em níveis local, nacional, regional e internacional (JUWANA; MUTTIL; PERERA, 2012).

Na área ambiental, o desenvolvimento tornam-se ainda mais complexo devido ao fato de que as questões ambientais envolvem muitas variáveis, dimensões, critérios e alternativas de decisão, principalmente se estiver relacionado à perspectiva da sustentabilidade ambiental. Acrescente-se ainda aspectos relacionados à dimensões envolvidas neste cenário, bem como pela multiplicidade de possibilidades de inter-

relações entre os envolvidos. Além disso, existe a percepção diferenciada dos vários atores sociais e das institucionais envolvidas, que são reflexos de valores culturais, econômicos, políticos, institucionais a respeito da preservação do meio ambiente e sua relação em um processo de desenvolvimento sustentável, conforme defendem Van Bellen (2006) e Martins e Cândido (2008).

A natureza da sustentabilidade é sistêmica (ORECCHINI *et al.*, 2012) devido à diversas questões, consideradas como complexas, interdependentes e interligadas. Este conjunto de fatores gera uma influência para o futuro da humanidade a partir do estabelecimento de um processo dinâmico e de uma necessidade da adoção de uma estrutura de longo prazo. Observa-se ainda para aqueles atributos voltados à ação e com a aplicação efetiva do conhecimento frente aos desafios inerentes da sustentabilidade ambiental. Nesse sentido entende-se que a sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente, de modo a preservá-los para o futuro, viabilizando o desenvolvimento sustentável da humanidade.

A adoção de ações de sustentabilidade garantem a médio e longo prazo um planeta em boas condições para o desenvolvimento das diversas formas de vida, inclusive a humana. Garante os recursos naturais necessários para as próximas gerações, possibilitando a manutenção dos recursos naturais (florestas, matas, rios, lagos, oceanos) e garantindo uma boa qualidade de vida para as futuras gerações. Na construção civil a introdução de novos sistemas, processos construtivos e componentes de construção é vista como o principal indutor de mudança tecnológica (REICHSTEIN; SALTER; GANN, 2005). No Brasil, o universo acadêmico e os setores privados e públicos têm reconhecido a importância da formulação de uma política de ciência, tecnologia e inovação para modernizar o setor da construção civil (CARDOSO, 2013).

A indústria da construção civil é uma das atividades econômicas que mais consome matéria prima extraída do meio ambiente, consome também uma quantidade elevada de energia elétrica e de água potável (TORRALBA; JALALI, 2007). Várias iniciativas surgiram para promover a construção sustentável no sentido de preservar o meio ambiente. Uma destas iniciativas é o desenvolvimento de sistemas de certificação ambiental para edificações sustentáveis. No Brasil, a mais conhecida é a certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) desenvolvida nos Estados Unidos que constitui-se como um sistema que avalia o desempenho impacto ambiental do edifício desenvolvido pelo GBC (*Green Building Council*). Este sistema de avaliação ambiental abrange seis áreas como: Locais Sustentáveis, Uso eficiente de recursos hídricos, Energia e atmosfera, Materiais e recursos, Qualidade do ar interior e Inovação e processos de projeto (PINHEIRO, 2006).

Nesse contexto cabe compreender o conceito de Tecnologia Social (TS), que vem sendo construído no Brasil desde a década de 1970, no início dos debates sobre tecnologias alternativas. Sempre considerando importante a conexão entre as universidades, institutos de pesquisa e a comunidade, esse conceito passou a ganhar força, principalmente, a partir do ano de 2001, com a criação de prêmios como o da Fundação Banco do Brasil, evoluindo consideravelmente após 2003. Objetivando difundir e reaplicar Tecnologias Sociais, para possibilitar a inclusão social, a geração de trabalho e renda e a promoção do desenvolvimento local sustentável, foi criada em abril de 2005 a Rede de Tecnologias Sociais (RTS), reunindo organizações de todo país e do exterior (REDE DE TECNOLOGIA SOCIAL, 2015).

Para a RTS, Tecnologia Social consiste nos produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas por meio da interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social (REDE DE TECNOLOGIA SOCIAL, 2015).

Um dos principais objetivos das Tecnologias Sociais é a sua reaplicação, sendo ajustada a comunidade em que será inserida, adaptando-se as condições locais com o auxílio da população, exemplo disso são duas Tecnologias Sociais amplamente difundidas, o soro caseiro e o sabão feito a partir do óleo de cozinha SEIXAS et al, 2015).

Nesse sentido a preocupação com a sustentabilidade tem levado a Indústria da Construção Civil, mesmo que com certo atraso em relação a outros setores produtivos, a grandes transformações e à absorção de novos conceitos gerenciais em razão do aperfeiçoamento profissional de seus administradores, da pressão exercida pela concorrência a nível internacional e pelo maior grau de conhecimento e exigência do consumidor, que valoriza cada vez mais empresas e produtos certificados em qualidade, ética e responsabilidade ambiental (CORTES et al, 2011). Diante do exposto tem-se a seguinte questão de pesquisa: Como a construção civil pode ser impactada, no que se refere a sustentabilidade com a substituição de materiais convencionais por ecológicos? Para tanto o objetivo desse estudo é o de verificar como a construção civil pode ser impactada, no que se refere a sustentabilidade com a substituição de materiais convencionais por ecológicos.

A proposta de verificar como a construção civil pode ser impactada, no que se refere a sustentabilidade com a substituição de materiais convencionais por ecológicos se justifica em razão da sustentabilidade estar associada à capacidade de inovação e da busca constante por novas tecnologias, sendo que os gestores públicos e privados precisam estar atentos ao presente e ao futuro, atendendo no presente às necessidades das partes envolvidas nos empreendimentos, mas manter-se igualmente preocupados com ações e pesquisas de novas práticas gerenciais, produtos e serviços, para se antecipar às necessidades do mercado de amanhã (SHEN *et al*, 2011).

Essa preocupação com a sustentabilidade e a inovação foi constatada entre as empresas construtoras pesquisadas, as quais, em maior ou menor intensidade, apostam no conhecimento e na modernização de seus processos gerenciais. No entanto, observam-se muitos procedimentos que poderiam ser aperfeiçoados e inovados (CORTES et al, 2011).

## 2 SUSTENTABILIDADE E CONSTRUÇÃO CIVIL

Cabe colocar que a discussão acadêmica da sustentabilidade, além de ser feita por cientistas de diversas áreas do conhecimento, há ainda formas diferentes de ser visto esse tema tanto do ponto de vista teórico, quanto ideológico e político. Mesmo assim, deve ser com base nos conhecimentos gerados nas instituições de ensino e pesquisa que devem ser sustentadas as iniciativas, metas e gestões de programas, planos e ações governamentais e da iniciativa privada no enfrentamento das questões ambientais (SCHETTINO, 2017).

Para identificar o comportamento dos resultados com e sem a utilização de produtos reciclados Sellitto, Borchardt e Pereira (2010) destacam a importância de analisar o ambiente interno e externo, considerando que o processo produtivo é influenciado por estes fatores e está sujeito a riscos e incertezas, as quais podem ser verificados através de mecanismo de controle.

No contexto da sustentabilidade, Takenaka, et al (2012) destacam que a construção civil representa um dos setores que mais gera resíduos e está diretamente relacionada com o desenvolvimento sustentável do país, devido à sua importância na dimensão econômica, social e ambiental, apresentando um papel dualístico: é um setor positivo nos aspectos social (empregabilidade) e econômico, mas negativo no aspecto ambiental. Sendo assim este projeto, também se justifica em razão de viabilizar benefícios sociais, ambientais e econômicos.

No que se refere aos aspectos ambientais, os principais resultados que se espera com a proposta nos que se refere as questões ambientais estão relacionadas a melhoria dos processos produtivos e a substituição de uso dos materiais convencionais por materiais ecológicos. Segundo Corrêa (2009) a qualidade de vida e da utilização não predatória dos recursos naturais são mais importante que as questões econômicas. Tais benefícios são conseguidos não só por diminuir a deposição de resíduos em locais impróprios, mas também por minimizar a necessidade de extração de matéria prima em jazidas, o que nem sempre é adequadamente fiscalizado. Ainda é possível reduzir, necessidade de destinação de áreas públicas para a deposição dos resíduos.

Quanto aos benefícios econômicos, experiências indicam que é vantajoso também economicamente a melhoria dos processos produtivos e a substituição de uso dos materiais convencionais por materiais ecológicos, bem como a troca da deposição irregular do entulho pela sua reciclagem, incluindo a correção da deposição e o controle de doenças. Para Corrêa (2009) a produção de agregados com base no entulho pode gerar economias de mais de 80% em relação aos preços dos agregados convencionais. A partir deste material é possível fabricar componentes com uma economia de até 70% em relação a similares com matéria prima não reciclada.

Na grande maioria dos casos, a reciclagem de entulho possibilita o barateamento das atividades de construção. No entanto vale destacar que embora a redução na geração de resíduo seja sempre uma ação necessária, ela é limitada, uma vez que existem impurezas na matéria prima, envolve custos e patamares de desenvolvimento tecnológico (SOUZA *et al.*, 1999; JOHN, 2000).

Há diferentes tipos de impactos econômicos que podem ser gerados pela adoção de tecnologias limpas como a utilização de produtos reciclados na atividade produtiva e agregação de valor, proporcionada pela adoção de tecnologias de processamento. A utilização de produtos reciclados, além de reduzir a utilização de recursos naturais não renováveis, pode possibilitar também a redução de custo de produção. No caso de agregação de valor e de expansão da produção em novas áreas, comparam-se as diferenças de renda do produtor (MARQUES; VEDOVOTO; AVILA, 2009).

Os aspectos econômicos na utilização de produtos reciclados como matéria prima surgem durante o processo produtivo, a partir do uso de insumos oriundos de transformação. Quando são agregados valores a mais durante o processo de transformação, os fatores qualitativos também influenciam nos aspectos econômicos, devendo, portanto estar previstos no planejamento. Esses valores qualitativos, por exemplo, são: nível de perfeição do produto, qualidade, durabilidade, acabamento, bom atendimento ao cliente (ALENCAR, *et. al.*, 2004).

Destaca-se também os benefícios sociais que entende-se ser possível de viabilizar com a realização do projeto, uma vez que a economia obtida no custo dos agregados pode se refletir em ganhos para empresas ou instituições que trabalham com habitações de interesse social, pois os menores custos com os agregados reciclados possibilitarão uma redução no valor do produto final, seja esse produto final uma habitação popular, artefatos de concreto ou até mesmo a produção de agregados reciclados para venda direta ao consumidor (SILVA; MACIEL, 2009). Destaca-se que a habitação é um instrumento de grande importância para o equilíbrio social, uma vez que trata-se do abrigo natural e seguro da família, o que representa a célula da estrutura social de um país e no Brasil, os problemas habitacionais são percebidos de longa data.

A moradia condigna configura um dos mais importantes direitos do homem e o acesso a ela constitui uma das mais legítimas aspirações do cidadão, é uma condição básica para a promoção de sua dignidade, o que faz dela um importante fator de estabilidade social e política (FLORIN; QUELHAS, 2004; SHEN *et al* 2011). Nesse

sentido os benefícios práticos sociais, que se espera com a propostas estão relacionadas a geração de emprego e renda o que contribui com o desenvolvimento; a diminuição dos custos de produção, implicando na redução do preço final de moradias, podendo viabilizar o acesso de mais pessoas a habitação, também Corrêa (2009) menciona que o emprego de material reciclado em programas de habitação popular, pode trazer bons resultados, visto que os custos de produção da infraestrutura das unidades podem ser reduzidos. Ainda, cabe destacar que a preocupação com a sustentabilidade promove também a preservação do planeta e garante a qualidade da vida as futuras gerações.

Conforme Shen et al (2011) as instituições e os governos enfrentam desafios cada vez maiores na disponibilização de uma boa qualidade de vida para seus habitantes em suas cidades, o que requer um plano de desenvolvimento urbano sustentável pautado em indicadores para ajudar a determinar como as estratégias e políticas podem ser aplicadas ao alcance das metas de um desenvolvimento urbano sustentável.

A construção civil apresenta um grande prejuízo à natureza, visto que a retirada de produtos naturais é inevitável, porém pode ser reduzida com um planejamento de sustentabilidade e conscientização de construtoras. O reaproveitamento de materiais, como madeira, e cuidado nos desperdícios de areia, cimento, cal e argamassa pode ajudar na redução de impactos ambientais e ajudar na economia da obra (PAIVA; RIBEIRO, 2011). A incorporação de práticas de sustentabilidade na construção é uma tendência crescente no mercado. Sua adoção é um caminho sem volta, pois diferentes agentes – tais como governos, consumidores, investidores e associações alertam, estimulam e pressionam o setor da construção a incorporar essas práticas em suas atividades (CORRÊA, 2009).

Nesse sentido, a sustentabilidade está intimamente relacionada com as tecnologias sociais, sendo consideradas algumas características que as define, como o compromisso com a transformação social; a criação de um espaço de descoberta e escuta de demandas e necessidades sociais; a relevância e eficácia social; a sustentabilidade socioambiental e econômica; a inovação; a organização e sistematização dos conhecimentos; a acessibilidade e apropriação das tecnologias; um processo pedagógico para todos os envolvidos; o diálogo entre diferentes saberes; difusão e ação educativas; processos participativos de planejamento, acompanhamento e avaliação e a construção cidadã do processo democrático (INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL, 2015).

Muitas das práticas de sustentabilidade sugeridas já são utilizadas por outros setores, assim, a inovação reside em aplicá-las em empresas da Construção Civil. Tais práticas devem ser vistas não como um rígido conjunto de regras, mas como sugestões, dentre as quais poderão ser incorporadas aquelas que melhor se adequem à cultura organizacional, porte, capacidade de investimentos, etc. É importante se observar que a maioria delas não está associada a investimentos vultosos, mas à busca de soluções simples, eficazes e criativas, que promovam melhorias nos ambientes de trabalho e no relacionamento entre a empresa e as partes interessadas (CORTES et al, 2011).

Um aspecto importante na construção da sustentabilidade tendo por base a ciência, tecnologia e inovação é trabalhar para melhorar cada vez mais a qualidade da atuação das instituições de ensino, gerando com isso uma crescente conscientização da sociedade. A busca pela sustentabilidade é um dos principais desafios da humanidade, visto a dimensão dos atuais problemas socioambientais. Razão pela qual devem governantes e governados, do mundo todo, entenderem que sem a proteção ambiental não há desenvolvimento socioeconômico e nem qualidade de vida (SCHETTINO, 2017).

A promoção da urbanização sustentável requer diferentes práticas considerando aspectos que podem melhorar a qualidade de vida dos diferentes atores sociais com vistas a aplicação do conceito de sustentabilidade apresentado por Shen et al (2011) que

propõem analisar práticas diferentes a partir de quatro dimensões: (i) política, (ii) econômica, (iii) social e (iv) ambiental. O estudo não só revela como diferentes indicadores são selecionados, mas também sugere a necessidade de processos consistentes na escolha dos indicadores com base nos parâmetros obtidos a partir das melhores práticas.

A construção sustentável é um sistema construtivo que promove intervenções no meio ambiente utilizando eco materiais, soluções tecnológicas inteligentes, adaptando-os às necessidades de uso, produção e consumo humano, promovendo o bom uso e a economia dos recursos finitos (materiais, água e energia não renovável), a redução da poluição e melhoria da qualidade do ar no interior da habitação, possibilitando conforto para o usuário, sem esgotar os recursos naturais e preservando-os para as gerações futuras (ARAÚJO, 2006).

Considerando os gargalos tecnológicos, a construção civil é um dos setores que mais promovem impactos negativos ao meio ambiente, neste sentido, o maior desafio do homem moderno, reside em identificar métodos de desenvolvimento sustentável, que utilizem ao máximo o potencial que o meio ambiente proporciona sem agredir o mesmo (CEHELLA, 2015). Araújo e Cardoso (2010) destacam que a etapa de construção de um edifício responde por uma parcela significativa dos impactos negativos causados ao meio ambiente, principalmente os consequentes às perdas de materiais e à geração de resíduos.

Schettino (2017) menciona que a partir da participação consciente dos cidadãos e melhoria dos processos, no sentido de construir as condições para alcançar o desenvolvimento sustentável, pelo uso de materiais renováveis, das melhores tecnologias e inovações nas atividades de monitoramentos e controles, bem como tornar mais eficientes ambiental e economicamente os processos produtivos, minimizando os impactos socioambientais, entende-se que os custos de produção e de prestação de serviços podem diminuir, gerando maior competitividade, inclusão social e assim a sustentabilidade.

Vieira (2009) destaca que ações sustentáveis relacionadas à construção civil atende também a dimensão social, contribuindo para diminuir a pobreza e promovendo a igualdade social no município e região. Nesse contexto, sustentabilidade é o equilíbrio entre os interesses econômicos, as necessidades sociais e a proteção ambiental, amparado pelas leis, costumes, cultura e pelo respeito às regras de funcionamento da natureza, é fundamental basear as ações humanas no conhecimento científico e tecnológico e nas inovações decorrentes, bem como formar mais profissionais cidadãos com condições de fazer o melhor no quesito aplicação do conhecimento e das tecnologias geradas nas instituições de ensino e pesquisa e das inovações que surgem com a interação dessas instituições com o setor produtivo, de modo que se acelerem os processos que levem à sustentabilidade (SCHETTINO, 2017).

Considerando a complexidade inerente a atividade, decorre daí, segundo Winch (1998) que muitas empresas do setor ainda parecem se conformar com os baixos níveis de desempenho tecnológico, financeiro e econômico. Sendo assim entende ser este, um aspecto que possibilita a contribuição do projeto com atividades de extensão realizado pela Universidade junto a comunidade a partir da transferência dos conhecimentos que podem ser construídos e disseminados a partir da realização deste projeto.

O estudo de Corrêa (2009) menciona as pré-condições de empreendimentos sustentáveis na construção civil é o compromisso das empresas da cadeia produtiva em criarem as bases para o desenvolvimento de projetos efetivamente sustentáveis. Sendo que: um projeto de sustentabilidade tem que ter qualidade, garantindo que os níveis de excelência sejam atingidos, mantidos e disseminados nos processos das empresas, visto

que a gestão da qualidade, especialmente a busca por melhoria contínua, é um pré-requisito para a sustentabilidade, uma vez que estimula a melhoria constante dos processos empresariais, que estão ligados ao consumo de recursos naturais, produtividade, desperdício, durabilidade, entre outros; trabalhar com fornecedores formais, tanto de materiais e serviços, assim como a equipe da mão-de-obra. As empresas que trabalham com fornecedores informais também se tornam informais, alimentando este ciclo nocivo. É preciso garantir a legalidade de toda a empresa e de todos os seus processos. Além de garantir a legitimidade da empresa, a seleção de fornecedores formais estimula o aumento da profissionalização na cadeia produtiva e consequente eliminação de empresas com baixa produtividade que só se mantêm no mercado por economias advindas de atividades ilícitas; por fim buscar constantemente a inovação, utilizando novas tecnologias, quando possível e sendo inviável, buscar soluções criativas respeitando o contexto.

É importante que as empresas tenham relações estreitas com agentes promotores de inovação na cadeia produtiva, tanto na oferta de novos materiais e equipamentos, quanto na capacitação da mão-de-obra. A base para a sustentabilidade na construção é alinhar ganhos ambientais e sociais com os econômicos, daí a necessidade e importância de inovações (CORRÊA, 2009).

Alencar et al (2004) apresenta impactos econômicos da pesquisa e desenvolvimento de um sistema informatizado para o manejo florestal. O objetivo do estudo foi avaliar os benefícios econômicos derivados dos gastos públicos na pesquisa e desenvolvimento de um sistema informatizado para simulação de crescimento e produtividade de plantações e reflorestamento de pinos. Foi estimado benefícios econômicos para o Brasil, com relação custo-benefício monetária, indicando que a pesquisa é um investimento econômico atrativo.

Bispo e Cazarini (2006) realizaram uma avaliação qualitativa para consistente do processo de implantação de um sistema de gestão ambiental. O objetivo foi apresentar um novo processo de avaliação qualitativa de implantação de um sistema de gestão ambiental elaborado com base na norma ISSO 14001: 2004 e a futura certificação por essa norma. Apresentaram-se as ferramentas devidas para a visualização do cenário que envolve análises para consistentes.

Estudo feito por Marques, Vedovoto e Avila (2009) sobre Avaliação de Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais de Tecnologia. Teve por objetivo apresentar a experiência da Embrapa, num período de 8 anos. Os resultados apontaram, economicamente, a alta rentabilidade dos investimentos realizados na Embrapa. A avaliação dos impactos ambientais resultou positivamente nas amostras das tecnologias analisadas.

Sellitto, Borchardt e Pereira (2010) realizaram um estudo sobre a modelagem para avaliação de desempenho ambiental em operações de manufatura. O objetivo foi apresentar um método de construção de modelos para a mensuração de desempenho ambiental em operações de manufatura. Os resultados analisados forneceram subsídios para eventual reformulação de estratégias de ação ambientais, inseridas nas estratégias de operação das empresas.

Capparelli (2010) apresentou em seu estudo uma Análise de práticas e interação dos sistemas. Teve como objetivo do estudo o levantamento e análise dos métodos, ferramentas e procedimentos de Sistema de Gestão Ambiental e Produção mais Limpa, para indicar possibilidades de interação dessas estratégias. Os resultados foram a aplicação de um dos sistemas poderia facilitar o andamento e implementação do outro, além da melhora na gestão ambiental em processos, produtos ou serviços.

### 3 METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma pesquisa descritiva, de abordagem qualitativa, utilizando-se do estudo de campo, visto que procura o aprofundamento de uma realidade específica. É basicamente realizada por meio da observação direta das atividades ou processos do objeto estudado e de entrevistas com informantes para captar as explicações e interpretações do ocorrem naquela realidade (GIL, 2010). Destaca-se que o estudo foi realizado em uma indústria da construção civil, empresa de pequeno porte situada na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Para a coleta dos dados foram utilizadas as técnicas de análise documental, observação e de entrevista despadronizada. No entendimento de Lakatos e Marconi (1992) a observação “utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste em apenas ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar”. Será observado todo o processo produtivo da construção civil e identificado a possibilidade de troca de materiais convencionais por ecológicos e melhoria dos processos produtivos.

A análise documental, visto que serão coletados dados a partir de documentos que contenham informações necessária a responder a questão investigada. Beuren (2003) esta técnica análise, organização e interpretação dos dados dispersos.

A entrevista despadronizada visa aprofundar a análise, a partir de dados mais detalhados, sendo que na concepção de Lakatos e Marconi (1992) trata-se de uma conversação efetuada face a face, de maneira metódica; proporciona ao entrevistador, verbalmente a informação necessária. Andrade (2003) esclarece que para a coleta de dados deve-se elaborar um plano que especifique os pontos de pesquisa e os critérios para a seleção dos possíveis entrevistados e dos informantes que darão as informações necessários.

A análise dos dados envolve diversos procedimentos como a codificação das respostas e a organização dos dados. Após, ou juntamente com a análise, pode ocorrer também à interpretação dos dados, que consiste, fundamentalmente, em estabelecer a ligação entre os resultados obtidos com outros já fornecidos, quer sejam derivados de teorias, quer sejam de estudos realizados anteriormente (GIL, 2010).

O estudo inicia-se com a fase do embasamento teórico, abordando aspectos relacionados ao objeto, aos pressupostos, às bases teóricas pertinentes e as consolidações teóricas a fim de buscar base, argumentos e ideias de autores relacionados ao tema (ZAMBERLAN et al., 2014).

A etapa seguinte do trabalho refere-se a um recorte empírico da construção teórica elaborada, combinando a técnicas de coleta de dados. Sendo feito a identificação da utilização de materiais convencionais a partir da literatura acerca do tema, os quais podem ser substituídos por materiais ecológicos, para então, transformar os dados em informações de suporte para dar resposta a questão de estudo utilizando-se quadros e ilustrações, para um melhor entendimento e interpretação das informações geradas. Portanto, a etapa final é o tratamento do material coletado que pode ser dividido em: ordenação, classificação e análise propriamente dita (ZAMBERLAN et al., 2014).

A estruturação das planilhas mostra os materiais convencionais e ecológicos, a simulação dos resultados com e sem a utilização de materiais ecológicos para uma habitação unifamiliar sustentável, o que serve como uma ideia inicial de proposta para apresentar a empresários da construção civil.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste tópico apresentam-se a análise dos dados coletados, com vistas a responder à questão problema proposta neste estudo e alcançar o objetivo estabelecido. Primeiramente foram identificados os custos de produção, utilizando materiais convencionais e posteriormente foram identificados os custos substituindo alguns materiais convencionais por ecológicos que podem ser usados no processo produtivo de uma casa modulada 36,84 m<sup>2</sup>, os quais são apresentados no quadro 1.

Quadro 1 – Comparativos dos custos de produção

<b>Orçamento Casa Modulada 36,84 m<sup>2</sup></b>	<b>Convencional</b>	<b>%</b>	<b>Ecológico</b>	<b>%</b>
<b>Materiais e Mão de Obra para produção</b>	<b>Custo total</b>		<b>Custo total</b>	
1 Serviços preliminares	1.105,20	4,09	1.105,20	4,39
2 Fundações	5.079,26	18,79	5.079,26	20,16
3 Estrutura	1.503,05	5,56	1.503,05	5,97
4 Paredes e painéis	2.040,93	7,55	2.701,61	10,73
5 Cobertura	2.968,19	10,98	1.951,20	7,75
7 Instalações elétricas	1.003,95	3,71	1.003,95	3,99
8 Instalações hidráulicas	1.255,73	4,64	1.255,73	4,99
9 Instalações sanitárias	924,95	3,42	924,95	3,67
10 Revestimentos	254,5	0,94	254,5	1,01
11 Pisos	1.840,60	6,81	1.358,80	5,39
12 Pintura	3.360,70	12,43	2.352,49	9,34
13 Vidros	173,24	0,64	173,24	0,69
<b>Sub Total</b>	<b>21.510,30</b>	<b>79,56</b>	<b>19.663,98</b>	<b>78,06</b>
<b>Mão de Obra</b>	<b>5.525,50</b>	<b>20,44</b>	<b>5.525,50</b>	<b>21,94</b>
<b>Total</b>	<b>27.035,80</b>	<b>100,00</b>	<b>25.189,48</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados da pesquisa

Verifica-se que o item mais representativo, com 20,44% e 21,94% dos custos totais de produção, são os custos de mão de obra, seguido pelos custos de fundação com 18,79% e 20,16% vale destacar que o processo produtivo desta casa unifamiliar estão organizados em 14 etapas de 1 a 14.

Os materiais ecológicos foram definidos a partir da identificação no mercado de materiais que tivessem a mesma finalidade que os atuais, porém com redução de impactos negativos ao meio ambiente. Para tanto, buscou-se junto aos engenheiros responsáveis pela obra e *sites* relacionados à área, possíveis materiais que pudessem substituir os utilizados na obra. Conforme o quadro 1, em que se comparam os custos de materiais convencionais e ecológicos, foram usados materiais ecológicos em 3 etapas distintas, sendo elas as paredes e painéis, cobertura e pisos.

Vale mencionar que o uso dos materiais ecológicos na cobertura contribuem para a redução do consumo de energia. Como visto no estudo de Nunes (2015), a instalação dos telhados verdes proporcionam uma economia no consumo anual e pico de energia. Os telhados verdes podem proporcionar economia de energia em edifícios com uma redução no uso de ar condicionado e aquecimento.

Na etapa de pinturas o estudo de Faria e Schmid (2015), apresentam valores mais acessíveis à população de baixa renda. Ainda, com relação a pintura o estudo de Faria

(2015), indica que a utilização de tintas naturais reduz os custos com pintura em ao menos 30%, uma vez que os gastos na elaboração destas tintas não ultrapassa ao custo de R\$ 30 para 18 litros, com rendimento de 70 a 90 m<sup>2</sup> de parede.

Neste estudo foram comparados os custos na etapa de revestimentos, no entanto, Lannoy (2013) menciona que a especificação e o uso de pisos e revestimentos com reduzido impacto ao ambiente é uma área que vem apresentando um enorme potencial investigativo e está diretamente associada aos métodos de avaliação da sustentabilidade que se consolidam também como sistemas de validação de edificações com requisitos sustentáveis. Constata-se que além da redução dos impactos ambientais, também foram identificados redução no custo no total de produção da obra em torno de 8,58%, na construção de uma casa unifamiliar de 36,84 m<sup>2</sup>, quando substituídos materiais convencionais por ecológicos em 4 das 14 etapas da construção civil.

Quadro 2 – Comparativo de Resultados

DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO	Convencional		Ecológicos	
	R\$	%	R\$	%
Receitas	270.000,00	100,00	270.000,00	100,00
(-) Impostos sobre a receita	(16.011,00)	5,93	(16.011,00)	5,93
<b>Receitas Líquidas</b>	<b>338.652,00</b>	<b>94,07</b>	<b>338.652,00</b>	<b>94,07</b>
<b>Custos de Produção</b>	<b>(156.107,39)</b>	<b>43,36</b>	<b>(150.568,44)</b>	<b>41,82</b>
(-) Custos de produção materiais e mão de obra	(81.107,39)	22,53	(75.568,44)	20,99
(-) Custos de produção terreno	(75.000,00)	20,83	(75.000,00)	20,83
<b>Lucro Operacional Bruto</b>	<b>97.881,61</b>	<b>50,71</b>	<b>97.881,61</b>	<b>52,25</b>
(-) Despesas Operacionais	(48.600,00)	18,00	(48.600,00)	18,00
<b>Lucro Líquido</b>	<b>49.281,61</b>	<b>18,25</b>	<b>54.820,56</b>	<b>20,30</b>

Fonte: Dados da pesquisa

No quadro 2 apresenta-se a análise comparativa entre o resultado obtido em uma obra com três unidades de moradia tipo casas geminadas, as quais são construídas em um mesmo terreno. Verifica-se que quando são considerados a substituição dos materiais convencionais por materiais ecológicos, os custos de produção considerando materiais e mão de obra direta são reduzidos em 6,33%, no entanto quando considerado também o custo do terreno os custos totais de produção caem em 3,55% de R\$ 156.107,39 para R\$ 150.568,44, aumentando os resultados líquidos dessa obra 11,24%, uma vez que os demais custos e despesas permanecem os mesmos. Os resultados obtido neste estudo estão de acordo com os encontrados por Cechella (2015), que efetuou uma análise comparativa de métodos e materiais utilizados na Construção Convencional *versus* Construção Sustentável em um centro comunitário.

No entanto o estudo de Herter (2016), que objetivou identificar como os aspectos ambientais, decorrentes da utilização de materiais reciclados no processo produtivo, impactam os resultados em uma indústria de construção civil, constatando uma queda nos resultados em torno de 2%. O autor menciona que em um ramo de atividade que utiliza muito os recursos naturais não renováveis como matéria prima e que tem uma lucratividade relativamente alta (em torno de 20%), comparando com outras atividades, tal redução nos resultados não representa grandes impactos econômicos.

Importante destacar que a substituição de alguns produtos convencionais que podem reduzir os impactos ambientais negativos por ecológicos, representam um ganho expressivo no que se refere aos aspectos ambientais em razão de utilizar materiais

reciclados, fazendo com que as empresas assumam uma postura ética de valorização do meio ambiente (FLORIM; QUELHAS, 2005).

Nesse sentido para dar robustez ao estudo, entende-se como pertinente resgatar o conceito de sustentabilidade, que busca conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental, levando em consideração os aspectos sociais, uma vez que a proteção do ambiente não é um assunto a ser visto isoladamente, no que diz respeito ao desenvolvimento econômico, considerando que permeia todo o universo das decisões políticas (AVILA et al, 2005).

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo buscam contribuir com o avanço das discussões da sustentabilidade na construção civil, sendo assim buscou-se atender o objetivo proposto no estudo que foi o de verificar como a construção civil pode ser impactada, no que se refere a sustentabilidade com a substituição de materiais convencionais por ecológicos, tendo em vista que a exploração econômica desta atividade tem causado impactos negativos ao meio ambiente e ainda existe um grande déficit de moradias no país, especialmente na região de atuação da organização objeto de estudo.

Considerando que o desenvolvimento sustentável é definido como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (BRUNDTLAND, 1987), contata-se que no presente estudo identificou-se a diminuição dos custos inerentes à substituição de matéria prima convencional (que são os materiais extraídos da natureza e não renováveis) por material ecológico representa 11,24% da receita bruta obtida com a construção de uma obra.

Com isso entende-se que conhecer práticas sustentáveis e a disseminação de informações relacionadas à minimização de impactos ambientais negativos, pode contribuir para melhorar a qualidade de vida no planeta. Sendo assim, esta abordagem ganha força à medida que envolve todos os agentes de produção na busca por alternativas que reduzam os impactos ambientais negativos, sejam novos materiais ou novos processos de produção, que possibilitem a internalização e transposição para a prática dos conceitos e dos princípios da sustentabilidade, indicando possibilidades de disponibilizar moradias de menor valor para a sociedade, contribuindo assim para a redução do déficit com moradia e permitindo maior geração de emprego e renda, bem como, viabilizando a melhoria do desempenho econômico dos empreendimentos, seja pela redução de custos de produção a longo prazo ou pela melhoria da imagem institucional, permitindo melhorar as vendas como o valor agregado ao produto e a permanência no mercado.

Cabe destacar que outros estudos anteriores, apresentam indícios de que a adoção dos conceitos de sustentabilidade podem reduzir ainda mais os custos de produção no longo prazo e melhorar a imagem institucional, permitindo melhorar as receitas considerando o valor agregado ao produto, viabilizando assim a permanência no mercado destas organizações (MOTTA; AGUILAR, 2009).

## REFERENCIAS

ALENCAR, Júnia Rodrigues *et al.* Impactos econômicos da pesquisa e desenvolvimento de um sistema informatizado para manejo florestal de pinus spp. **Cadernos de ciência & tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 425-446, set./dez. 2004.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 10ª ed. São Paulo: Atlas, ebook, 2010.

ARAÚJO, Márcio Augusto. A moderna construção sustentável. **IDHEA-Instituto para o desenvolvimento da Habitação Ecológica**, 2008.

BEUREN, Ilse Maria (Org.). Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade. Teoria e Prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

BISPO, Carlos Alberto Ferreira; CAZARINI, Edson Walmir. Avaliação qualitativa paraconsistente do processo de implantação de um sistema de gestão ambiental. São Carlos, **Gestão e Produção**, v.13, n.1, p.117-127, jan-abr. 2006.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Report of the World Commission on environment and development: our common future**. United Nations, 1987.

CAPPARELLI, Helena Freitas. **Sistema de gestão ambiental e produção mais limpa: análise de práticas e integração dos sistemas**. 2010. 234 f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CARDOSO, Vanessa Ingrid da Costa. **Reputação corporativa sob a ótica da sustentabilidade e desempenho superior persistente de empresas de capital aberto**. 2013, 193 f. Dissertação (mestrado em Administração e Controladoria) Universidade Federal do Ceará. Ceará, 2013.

CEHELLA, Jéssica Cruz. 2016. 120 f. **Análise comparativa entre método tradicional x método sustentável de construção de um centro comunitário no Bairro Quarta Linha, Criciúma/SC**. Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC. Criciúma, 2016.

CORRÊA, Rodrigo Studart. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado**. Brasília, DF: Universa, 2009.

CORTES, Rogério Gomes *et al.* Contribuições para a sustentabilidade na construção civil. **Revista Eletrônica Sistema & Gestão**, v. 6, p. 384-397, 2011.

FARIA, Fernanda Cardoso de; SCHMID, Aloísio Leoni. Tintas naturais para construção civil: elaboração e aplicação através de oficinas para alunos da universidade federal do paraná. **XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**, 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010

HERTER, Frederico Gogaça. 2016. 52 f. **Uso de materiais reciclados no processo produtivo e os impactos nos resultados em uma indústria de construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Ciências Contábeis da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Ciências Contábeis. Ijuí, 2016.

ITS (Instituto de Tecnologia Social). **Reflexões sobre a construção do conceito de tecnologia social**. In: PAULO, A de. et al. Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004.

JUWANA, Iwan; MUTTIL, Nitin; PERERA, B. J. C. Indicator-based water sustainability assessment - A review. **Science of the Total Environment**, v. 438, p. 357-371, 2012.

LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina de A. **Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LANNOY, Milena Canabrava. 2013. 133 f. **Especificação de pisos e revestimentos: um exercício de aplicação de critérios da sustentabilidade**. Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para obtenção do grau na área de tecnologia no Programa de Pós graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília – UnB. Brasília, 2013.

LAZAROIU, George Cristian; ROSCIA, Mariacristina. Definition methodology for the smart cities model. **Energy**, v. 47, n. 1, p. 326-332, 2012.

MARQUES, Daniela Vieira; VEDOVOTO, Graciela Luzia; AVILA, Antônio Flavio Dias. Avaliação de Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais de Tecnologias: A Experiência da Embrapa no Período 2001/2008. **XLI SBPO - Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento**. p. 427, 2009.

MARTINS, Maria de Fátima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): metodologia para cálculo e análise do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade para espaços geográficos. **João Pessoa: SEBRAE**, 2008.

MUNIER, Nolberto. **A strategy for using multicriteria analysis in decision-making: a guide for simple and complex environmental projects**. Springer Science & Business Media, 2011.

NUNES, Juliana Tikuma. 2013. 67 f. **Análise das barreiras à implementação dos telhados verdes na cidade de São Paulo**. Especialização em Gestão Ambiental Internacional, Pós-graduação em Gestão Ambiental, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. 2015.

ORECCHINI, Fabio; VALITUTTI, Valeria; VITALI, Giorgio. Industry and academia for a transition towards sustainability: advancing sustainability science through university–business collaborations. **Sustainability science**, v. 7, p. 57-73, 2012.

PAIVA, Paulo Antônio de; RIBEIRO, Maisa de Souza. A reciclagem na construção civil: como economia de custos. **REA-Revista Eletrônica de Administração**, v. 4, n. 1, 2011.

PINHEIRO, Manuel Duarte. Ambiente e construção sustentável. **Instituto do Ambiente, Amadora**, 2006.

REDE DE TECNOLOGIA SOCIAL. **Tecnologia Social: Conceito**. Disponível em: <<http://rts.ibict.br/rts/tecnologia-social/tecnologia-social>>. Acesso em: 28 maio 2015.

REICHSTEIN, Toke; SALTER, Ammon J.; GANN, David M. Last among equals: a comparison of innovation in construction, services and manufacturing in the UK. **Construction Management and Economics**, v. 23, n. 6, p. 631-644, 2005.

SCHETTINO, Gregório Cerqueira. RESISTÊNCIAS À IDEIA DE ILEGALIDADE AMBIENTAL EM OLARIAS DO POVOADO RIO DAS PEDRAS. **Anais do Seminário Nacional de Sociologia da UFS-ISSN 2526-3013**, v. 1, 2017.

SEIXAS, Aline Silva *et al.* As Tecnologias Sociais Como Instrumento para o Desenvolvimento Nacional. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 5, n. 4, p. 2678-2688, 2015.

SELLITTO, Miguel Afonso; BORCHARDT, Miriam; PEREIRA, Giancarlo Medeiros. Modelagem para avaliação de desempenho ambiental em operações de manufatura. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 1, p. 95-109, 2010.

SHEN *et al.* The application of urban sustainability indicators—A comparison between various practices. **Habitat International**, v. 35, n. 1, p. 17-29, 2011.

SOUZA, José Henrique *et al.* Developing synthesis indicators for environmental performance. **Saúde e Sociedade**, v. 18, n. 3, p. 500-514, 2009.

TAKENAKA, Edilene Mayumi Murashita; ARANA, Alba Regina Azevedo; ALBANO, Mayara Pissutti. Construção civil e resíduos sólidos: coleta e disposição final no município de Presidente Prudente - SP. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 12, 2012.

TORGAL, Fernando Pacheco; JALALI, Said. Construção Sustentável: o caso dos materiais de construção. **Congresso Construção** de 17 a 19 de Dezembro, Coimbra, Portugal, 2007.

VAN BELLEN. Hans Michael. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2006.

ZAMBERLAN, Luciano *et al.* **Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.