



15^o CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



MÉTODOS CONSTRUTIVOS INOVADORES COM ENFOQUE NA DIMINUIÇÃO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS E GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.

Eudes Francescoli de Oliveira Barbalho¹

Iago Rômulo de Sá Dantas²

Glauce Kelly Cardozo da Silva³

Wanderson Vilar de Medeiros⁴

RESUMO

O estudo neste artigo é baseado na pesquisa de informação bibliográfica sobre os temas abordados. Sistemas construtivos sustentáveis combinados ao uso de tecnologias seguem o conceito de redução do impacto ambiental nas diversas fases do ciclo de vida da construção, desde a concepção do projeto, passando pelo canteiro de obra, pela execução, até o usuário final, tendendo à diminuição do tempo, otimizando o uso de matérias-primas, promovendo a conscientização de todos os envolvidos no processo e abrangendo soluções que possibilitem a redução do uso de recursos naturais, o desperdício de material e a geração de resíduos sólidos, obtendo assim o uso da eficiência financeira e proporcionando conforto e qualidade para o usuário. Os sistemas estudados apresentam vantagens e desvantagens em sua utilização. Contudo, é oportuno e relevante ampliar os trabalhos sobre a sustentabilidade das edificações, sendo necessário desenvolver um método de avaliação do desempenho sustentável desses sistemas para apoio na tomada de decisões. Favorecendo o meio ambiente como um todo em sua crescente necessidade de atenção no que diz respeito a sustentabilidade.

Palavras-chave Construção sustentável, Sustentabilidade, Recursos Hídricos, Resíduos Sólidos de construção, Light Steel Frame.

¹ Engenheiro Civil Pesquisador da Fundação de Apoio à Pesquisa do RN - FAPERN.

² Administrador de Empresas Pesquisador da Fundação de Apoio à Pesquisa do RN - FAPERN.

³ Engenheira Civil Pesquisadora da Fundação de Apoio à Pesquisa do RN - FAPERN.

⁴ Graduando de Engenharia Civil, Estagiário da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - RN.



15^o CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



INTRODUÇÃO

Este é um artigo científico desenvolvido no âmbito do Projeto de Pesquisa e Inovação vinculado ao Termo de Cooperação Técnica-Científica formalizado em 2019 (dois mil e dezenove) entre a Fundação de Apoio à Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN) e a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH).

Em decorrência do aquecimento global, falta de recursos hídricos e da escassez de matérias-primas não renováveis, existe a necessidade de utilizar materiais alternativos e recicláveis nos mais variados setores (Barbalho, 2018). Partindo dessa premissa, entende-se que o país precisa aplicar com mais frequência técnicas construtivas com enfoque na diminuição do uso de recursos hídricos, bem como na geração de resíduos sólidos.

No Brasil, ainda se utiliza, em sua maioria, o sistema construtivo composto de estrutura de concreto armado com fechamentos em alvenaria de tijolos cerâmicos. Este tipo de construção tem como principais materiais os blocos cerâmicos, entre outros elementos que corroboram com o grande desperdício e é necessário grande consumo de água (Barbalho, 2018).

A engenharia civil está nos setores que mais consomem e degradam o meio ambiente. Não existe construção que não gere impacto, a busca é por intervenções que o ocasionem em menor escala. (Vieira, 2019, p. 7 apud Pisani, 2005, p. 53). Essa atua como uma das principais indústrias responsáveis pelo desenvolvimento socioeconômico do mundo, também é a grande responsável pelo alto índice de geração de resíduos e emissão de poluentes, causando danos à saúde humana e ao meio ambiente, alguns irreparáveis segundo Vieira (2019 apud Soares, 2017). De acordo com Vieira (2019 apud Araújo 2014), o alto índice de resíduos gerados em obras de construção, demolição e reformas, envolvem problemas complexos que precisam ser analisados e executados de acordo com um plano de gestão para o gerenciamento e monitoramento dessas atividades. Para Vieira (2019 apud John 2004), o volume de entulhos de construção e demolição gerado pela construção civil é até duas vezes maior que o volume de lixo sólido urbano. Em decorrência desses fatores, já se fala em desenvolvimento sustentável e na responsabilidade socioambiental na Construção Civil.

Para Vieira (2019 apud Mateus, 2005) a diversidade de sistemas existentes nas construções tem a vantagem de investigar as melhores formas de uma construção eficaz em todos os vetores, apesar de a maioria deles não ter a capacidade de ser altamente aplicável no mercado consumidor.

O objetivo deste artigo é apresentar métodos construtivos que sejam sustentáveis pelo seu todo ou que minorem o desperdício de recursos hídricos e gerem menos resíduos sólidos, quando comparados à técnica mais usada, a popularmente conhecida como alvenaria convencional, caracterizada por ter estrutura de concreto armado e vedação com tijolos cerâmicos. Essa técnica



15^o CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



possui diversas etapas, das quais, grande parte necessita de uso de água e deixa grande parte como resíduo sólido, sendo antes, durante ou depois da obra e, não obstante, gera entulho ao demolir.

A sua construção se dará a partir da revisão bibliográfica da literatura que aborda fundamentalmente o gerenciamento correto dos recursos hídricos e dos resíduos sólidos gerados pela construção civil. Através de livros, artigos e trabalhos científicos correlatos com a especificação em questão, será usado um tipo específico de construção, como processo de parâmetro. Este tipo construtivo é o Light Steel Frame (LSF), processo, no qual tem característica destaque a economia de recursos hídricos e a baixa produção de resíduos sólidos, além de ter elementos recicláveis, o que gera menor dano ao ambiente. Sendo esta uma construção chamada de construção a seco. Para Barbalho (2018 apud Alves 2015) o sistema construtivo a seco está baseado na utilização de materiais industrializados e prontos para o uso, sem necessitar de água para o seu processo de construção.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para compor a análise metodológica deste artigo foi utilizado o método de pesquisa descritiva com a finalidade de analisar o uso dos recursos hídricos na construção e geração de resíduos sólidos, no que diz respeito a métodos construtivos inovadores, que tragam como foco a consciência ambiental. A exemplo disso o steel frame, o qual foi utilizado como parâmetro para a construção convencional, usualmente empregada em maior escala no Brasil.

Para isso, a pesquisa será baseada em estudos de autores, como por exemplo, André Santos Ribeiro Coelho, Isabela Rossatto Facco, Fabiani Pereira Franzen, Luís Andrade de Mattos Dias, André Poças Gaspar, entre outros pensadores que elaboraram trabalhos pertinentes ao assunto. Entretanto, é importante salientar que o corpus de autores tende a aumentar na medida em que a leitura vier sendo desenvolvida.

Como objeto empírico, foram selecionados dois métodos construtivos para efeito de comparação, para dar base à pesquisa, como um todo: alvenaria convencional e LSF. Ambas foram escolhidas por estarem enquadradas como núcleos atuantes e é constantemente utilizada dentro do setor da construção civil, sendo esta ainda menos empregada e aquela utilizada em grande maioria no país.

Partindo dos conceitos e processo apresentados pelos autores da construção, o trabalho analisará o perfil destes objetos empíricos, compreendendo todo o trabalho que as referências já realizaram, assim como a importância que possuem para o mercado da edificação. Para isso, será necessária uma pesquisa na literatura.



15^o CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



O estudo tem caráter essencialmente comparativo e analítico, com ênfase na observação e estudo bibliográfico, ao mesmo tempo em que será necessário o cruzamento dos levantamentos com toda a pesquisa bibliográfica já feita.

REFERENCIAL TEÓRICO

Diante do exposto, pode-se afirmar que, à medida que o setor da construção civil cresce, é necessário que as partes envolvidas busquem meios de criar procedimentos que viabilizem, de maneira real e efetiva, a adoção de práticas sustentáveis nas construções. Logo, é preciso investir em estudos que abordem os princípios da sustentabilidade, buscando aplicá-los. Consequentemente, os impactos gerados serão minimizados e o custo/benefício para as empresas serão maiores, resultando em sistemas produtivos que, ao longo dos anos, serão mais sustentáveis e competitivos (VIEIRA, 2019).

O Guia da Sustentabilidade da Câmara da Indústria da Construção (2008), defende as seguintes diretrizes, de acordo com a tabela 1:

Tabela 1: diretrizes para a construção sustentável.

Qualidade da implantação	Ao iniciar uma obra, é necessário que o empreendimento avalie as condições externas do ambiente, de modo que possa desenvolver a perspectiva dos possíveis danos futuros causados ao meio ambiente, garantindo a viabilidade econômica, social e ambiental.
Gestão do uso da água	Antes de iniciar a construção, faz-se necessária uma avaliação dos recursos disponíveis no local, identificando a disponibilidade hídrica da área de implantação. Uma vez que o projetista dispõe dessas informações, ele tem maior capacitação para elaborar o projeto, buscando soluções viáveis às disparidades que possam existir.
Gestão de materiais e (redução de) resíduos	A construção de uma obra deve preocupar-se com a correta utilização de materiais, assim como com a geração de resíduos, para que ambos possam ser reduzidos a partir do planejamento inicial da obra.
Prevenção de poluição	É necessário desenvolver mecanismos para aumentar a eficiência do uso de matérias-primas e insumos, como forma de minimizar a geração dos resíduos e maximizar o uso de materiais adequados, evitando, assim, a poluição.



15^o CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



Gestão ambiental (do processo)	Deve-se adotar políticas que permitam visualizar, em longo prazo (todas as etapas da obra), os possíveis danos que a construção poderá causar ao ambiente. Cabe, assim, tomar medidas preventivas para que os efeitos sejam evitados ou minimizados.
Desempenho econômico	A partir das diretrizes anteriores, o empreendimento terá benefícios econômicos, retorno financeiro aos investidores e competitividade em relação a concorrentes, por exemplo.

Fonte: Guia da Sustentabilidade da Câmara da Indústria da Construção (2008).

Como critério de estudo e pesquisa são analisados dois tipos construtivos com caráter de parâmetro, o primeiro é o método mais utilizado pelos brasileiros, a alvenaria convencional, o segundo é um método inspirado no Wood Frame, utilizado em larga escala em países como Estados Unidos e em outros na Europa, o Steel Frame. Método este que consegue ser mais assertivo no que diz respeito a redução na utilização de recursos hídricos e na garantia de menores percentuais de geração de resíduos sólidos.

Alvenaria convencional

A alvenaria é uma forma tradicional de construção usada há milhares de anos e, com o passar do tempo, obteve avanços nos materiais e componentes utilizados. É o sistema construtivo convencional mais usual para a construção de habitações de interesse social, sendo formado por um conjunto de unidades, tais como tijolos cerâmicos ou de concreto (geralmente de seis ou oito furos) e, geralmente, argamassa, que possui propriedades mecânicas intrínsecas capazes de constituir elementos estruturais. Culturalmente, existe a aceitação que a alvenaria tem maior durabilidade, embora a afirmação seja questionada por diversos autores. (NASCIMENTO, 2004; TCPO, 2008).

Os principais componentes utilizados na construção de alvenaria são: blocos e tijolos, argamassa e o acabamento. A principal função da alvenaria é a separação entre ambientes com blocos de vedação (isolamento térmico e acústico, resistência a infiltrações de água pluvial, controle da migração de vapor de água, a boa estanqueidade de água, regulagem da condensação). Além disso, a alvenaria é responsável pelas propriedades de resistência à umidade e movimentos térmicos, resistência à pressão do vento, grande durabilidade comparada a outros materiais, facilidade na produção (montagem in loco), resistência mecânica ao fogo e segurança para usuários e ocupantes, podendo ser utilizada em edificações, substituindo pilares e vigas de concreto. (ROQUE, 2002; NASCIMENTO, 2004; RICHTER, 2007; SOUZA, 2012).



Para o método deste tópico veem-se na tabela 2 as vantagens e desvantagens, a partir delas consegue-se concluir que uma das suas maiores desvantagens é o uso exacerbado de água, além de muito entulho e sujeira provenientes da obra.

Tabela 2: vantagens e desvantagens da alvenaria convencional.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Pode ser utilizada em obras com vãos grandes;	As instalações hidráulica e elétrica são feitas depois da alvenaria causando desperdício, pois, quebra-se paredes e depois fecha-se com argamassa tendo o retrabalho.
Possibilita a construção de grandes projetos, pois o seu “esqueleto” ou estrutura é de concreto armado;	Falta de qualidade dos materiais e execução deficiente.
Boa resistência ao fogo.	Alto índice de desperdício de água
Durabilidade superior a cem anos, sem proteção e sem manutenção.	O Tempo de execução costuma ser mais longo, causando atrasos de integra da obra.
Menores limitações de projeto arquitetônico	Acumula muita sujeira e entulho na obra
Fácil de encontrar matérias para sua execução	Falta de mão de obra qualificada

Fonte: Salomão et al, 2019.

Light Steel frame (LSF)

Estrutura em aço (steel frame) é composto por diversos elementos individuais ligados entre si, passando a funcionar como um conjunto (entre eles: fundação, isolamento termo-acústico, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas) resistindo às cargas solicitadas na edificação que dão forma final à edificação, não apresentando restrições arquitetônicas. O sistema steel frame foi introduzido no Brasil no ano de 1998, com foco no setor de construções residenciais de médio e alto padrão, padecendo ainda de aprovação do mercado consumidor. (HERNANDES, 2004; RODRIGUES, 2006; CRASTO, 2005; FREITAS; CRASTO, 2006; SANTIAGO; ARAUJO, 2008; HASS; MARTINS, 2011). No sistema steel frame, a estrutura de aço, junto às placas de OSB, placas cimentícias e placas de gesso (utilizadas para o fechamento dos



painéis), constituem os painéis que podem ser estruturais ou não estruturais. (LIMA, 2008; JUNIOR, 2012).

Souza (2012) ressalta que as vantagens do wood frame (podendo ser levada em consideração para o steel frame) são:

Tabela 3: vantagens e desvantagens da construção em LSF.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
A geração de uma obra limpa e seca (não utilização de água no processo) com menos resíduos;	Necessidade de mão de obra especializada para a construção da edificação;
A pré-construção em ambiente industrializado, reduzindo o tempo de obra;	Baixa oferta de mão de obra especializada;
Utilização de madeira de reflorestamento, sendo a única matéria-prima renovável na construção civil;	Resistência cultural
Conforto térmico e acústico ao usuário e resistência da construção.	Altura máxima de cinco pavimentos.

Fonte: adaptado de Souza (2012).

Considerando assim que o uso de métodos sustentáveis é mais saudável para o meio ambiente como um todo em toda sua concepção, resta a maior especialização da mão-de-obra unido à confiança da técnica e consciência ambiental para melhorar e engrenar esse tipo construtivo no mercado em todos os tipos de construção e para os níveis sociais.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A indústria da construção civil provoca grande impacto no meio ambiente em função da elevada quantidade de recursos que consome e dos resíduos que produz (GOMES, 2008 apud MATEUS, 2004). Na construção só poderá ser considerada mais sustentável quando contar com uma convivência harmoniosa compreendendo os três aspectos do desenvolvimento sustentável – econômico, social e ambiental (GOMES, 2008 apud PEREIRA, 2009). O estudo é baseado na pesquisa de informação bibliográfica, incluindo publicações de artigos nacionais e internacionais, consulta em trabalhos publicados (monográfica, livros, teses etc.) sobre os temas abordados.

Aliados à aplicação de modernas tecnologias, os novos sistemas construtivos seguem o conceito de baixo custo e impacto ambiental nas diversas



15º CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



fases do ciclo de vida da construção, tendendo à redução do tempo e otimizando o uso das matérias-primas (GOMES, 2008 apud MATEUS, 2004):

Os resíduos sólidos gerados na indústria da construção civil apresentam características e composição que podem ser influenciadas por uma série de fatores, tais como (SILVA apud ULSEM et al, 2006):

- a) Tipo de obra;
- b) Nível de desenvolvimento técnico da indústria local;
- c) Qualidade e nível de treinamento da equipe de funcionários; Técnica de construção e demolição empregadas;
- d) Programa de qualidade e redução de perdas empregadas;
- e) Processos de reciclagem e reutilização utilizados nos canteiros de obras;
- f) Disponibilidade e materiais na região;
- g) Desenvolvimento econômico local;
- h) Panorama político;
- i) Condições topográficas; e
- j) Métodos utilizados para coleta, processo e local da amostragem.

Os materiais destinados à reutilização e reciclagem seguem a classificação determinada pela Resolução CONAMA 307 de 05 de julho de 2002, Art. 2º, Inciso I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

CONCLUSÃO

O Guia Da Sustentabilidade da Câmara Da Indústria Da Construção (2008) traz que 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. Para tanto, o setor da construção precisa se engajar cada vez mais. As empresas devem mudar sua forma de produzir e gerir suas obras. Elas devem fazer uma agenda de introdução progressiva de sustentabilidade, buscando, em cada obra, soluções que sejam economicamente relevantes e viáveis para o empreendimento.



15º CONGRESO

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



Para Vieira (2018) as práticas sustentáveis na construção é uma tendência crescente no mercado. Para ele, ela engloba desenvolvimento econômico, segurança, proteção ao meio ambiente e mobilidade. Contudo, ele fala que se percebe a necessidade de uma maior pesquisa para que esta técnica se torne cada vez mais viável de modo real e efetivo. Isso se baseando na importância da minimização de impactos negativos e da necessidade de que está se torne mais competitiva. Foi descrito diferentes tipos de processos construtivos sustentáveis no decorrer do trabalho, além de uma análise de viabilidade econômica e ambiental deste e um estudo de impacto em relação ao uso dos processos construtivos sustentáveis em edificações. Pode-se notar que quando aplicados corretamente contribuem para o meio ambiente, além de proporcionar a diminuição dos custos para seus usuários. No entanto, apesar de todas as vantagens, concluiu-se que essas alternativas sustentáveis de aproveitamento de matérias recicláveis, ainda são pouco utilizadas no Brasil devido, principalmente, ao seu custo inicial elevado se comparado com os sistemas construtivos convencionais.

REFERÊNCIAS

ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS ALVENARIA CONVENCIONAL E LIGHT STEEL FRAMING: UM ESTUDO DE CASO EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM TEÓFILO OTONI , MG. Minas Gerais, 16 jun. 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662200014/html/>. Acesso em: 20 ago. 2021.

BARBALHO, Eudes Francescoli de Oliveira. **STEEL FRAME E A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DIFERENCIADOS COMO CONSTRUÇÃO INOVADORA, UM ESTUDO DE CASO.** 2018. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Uni/Rn, Natal, 2018.

BRASIL, (2002). **Resolução Conama 307.** Brasília, Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98303>. Acesso em: 25 jul. 2021.

FASTCON CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (Brasil). **Steel Frame Passo a Passo.** Disponível em: <https://www.fastcon.com.br/search>. Acesso em: 13 nov. 2017.

FERREIRA, Vitor Pinheiro. Estudo comparativo entre sistemas construtivos: alvenaria convencional e light steel frame. 2016. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2016.



15^o CONGESP

CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA
DO RIO GRANDE DO NORTE

GESTÃO PÚBLICA, DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
AS EXPERIÊNCIAS INOVADORAS DO CONSÓRCIO NORDESTE

30 nov - 03 dez | evento online



GOMES¹, Jefferson de Oliveira *et al.* **UMA VISÃO MAIS SUSTENTÁVEL DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS NO BRASIL**: análise do estado da arte. 2014. 20 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologias Para Competitividade Industrial, E-Tech, Florianópolis, 2014.

GUIA DA SUSTENTABILIDADE DA CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (2008). Minas Gerais: Ufmg, 16 set. 2008.

Vieira, Valdivino Benedito. **UTILIZAÇÃO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS EM EDIFICAÇÕES**. 2019. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Jaraguá, Jaraguá, 2019. Disponível em: http://45.4.96.19/bitstream/aee/1494/1/2019_1_TCC_VieiraValdivinoBenedito.pdf. Acesso em: 20 jul. 2021.