

## **A TOMADA DE DECISÃO NA PREVISÃO DA VIDA ÚTIL DE PROJETO PARA EDIFICAÇÕES MAIS SUSTENTÁVEIS<sup>1</sup>**

**FREITAS, Ludmila de Souza (1); SCHMID, Aloísio Leoni (2); SILVA, Roberto Caldeira (3)**

(1) UFPR, e-mail: lud.s.freitas@gmail.com; (2) UFPR, e-mail: aloisio.schmid@gmail.com;  
(3) UFPR, e-mail: rcaldeira@utfpr.edu.br

### **RESUMO**

O crescente número de publicações sobre sustentabilidade nas edificações chama a atenção para a determinação da durabilidade dos componentes construtivos, que se pretende estender por toda a vida útil do projeto. Entretanto, percebe-se serem falhas as interações entre os componentes das edificações convencionais, uma vez que possuem diferentes ciclos de vida, manifestando-se uma situação de desperdício e obsolescência frente às dinâmicas mudanças sociais e tecnológicas. Diante deste raciocínio paradoxal, este trabalho visa descrever como a tomada de decisão no projeto determina a execução de edificações mais sustentáveis e adaptáveis às necessidades dos usuários. Para tanto, através de um estudo de caso, foi possível analisar o Ciclo de Vida Energético de cinco projetos desenvolvidos em sistemas construtivos diversos para um Módulo Escolar Emergencial, em diferentes cenários de vida de utilização. Foi possível observar que as edificações em sistemas construtivos menos convencionais demandaram um menor consumo energético ao longo de sua vida útil nos diferentes cenários, sendo que, em um cenário de longo prazo, as edificações apresentaram consumos com valores próximos. Assim, este trabalho visa contribuir na ênfase sobre a importância da tomada de decisão para projetos mais sustentáveis e da utilização de sistemas construtivos mais flexíveis frente às necessidades de adaptação.

**Palavras-chave:** Vida Útil de Projeto. Tomada de Decisão. Arquitetura efêmera. Sustentabilidade.

### **ABSTRACT**

*The growing number of publications about the sustainability in buildings draws attention to the determination of physical durability of building components, which is intended to extend throughout the life of the design. However, the failures of the interactions between the components of conventional buildings are noticeable, since they have different life cycles, manifesting a waste and obsolescence situation, facing the dynamic social and technological changes. Facing this paradoxical reasoning, this paper aims to describe how decision-making in the design determines the execution of more sustainable and adaptable buildings to the needs of users. Therefore, through a case study was possible to analyse the Energy Lifecycle of five projects, which were developed in different building systems for an Emergency Academic Module, in different scenarios of use life. As results, the less conventional construction systems proved to demand less energy throughout lifetime at the different scenarios, and, in a long-term scenario, the buildings had closer energy use values. Thus, this work intends to contribute to the emphasis on the importance of decision-making to*

---

<sup>1</sup>FREITAS, Ludmila de Souza; SCHMID, Aloísio Leoni; SILVA, Roberto Caldeira. A tomada de decisão na previsão da vida útil de projeto para edificações mais sustentáveis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

*more sustainable projects and the use of more flexible building systems front of adaptation needs.*

**Keywords:** *Design Use Life. Decision-making. Ephemeral Architecture. Sustainability.*

## 1 INTRODUÇÃO

Projetos de construções convencionais geralmente apresentam uma desproporção entre a vida de uso e o ciclo de vida dos materiais empregados nas edificações. A combinação de métodos dos sistemas construtivos existentes e atividades atuais do mercado, os quais resultam no encurtamento do tempo de utilização de edifícios, sistemas e componentes, se torna um grande desafio na necessária diminuição dos resíduos, materiais e uso de energia durante a fase de construção dos edifícios. A exaustão das matérias-primas e de energia, de maneira gradativa, obriga os governos, desenvolvedores, arquitetos e indústria da construção civil a reconsiderar os métodos atuais de construção (MACHADO, 2014).

Para Durmisevic (2006) o principal problema das edificações convencionais reside no fato de que os materiais utilizados não têm potencial de recuperação. Apesar dessa afirmação ser generalista, os métodos dos sistemas construtivos existentes utilizam apenas uma pequena porcentagem do potencial da durabilidade de materiais de construção, considerando o processo de demolição como o fim do ciclo da edificação. Para a autora, a principal questão da construção sustentável é como encontrar um equilíbrio entre a dinâmica crescente de mudanças, que está relacionado com o aumento do consumo de recursos, e os princípios fundamentais da engenharia sustentável.

Entretanto, é possível afirmar que é incipiente a atuação dos projetistas na adoção de parâmetros denominados como mais sustentáveis na decisão por materiais e métodos construtivos. Esta lacuna vem acompanhada da dificuldade na contemplação de princípios de sustentabilidade no processo de elaboração do projeto. (Fagundes, 2009; Martinez e Amorim, 2010). Para Medeiros (1999), raramente a tomada de decisão dos projetistas é baseada em critérios técnicos confiáveis, sendo mais comum considerar somente aspectos estéticos e econômicos na seleção de materiais e componentes.

Durmisevic (2006) menciona que, provavelmente, a natureza dos padrões de trabalho e de vida das pessoas irá mudar drasticamente ao longo do século XXI, de tal forma que a sociedade exigirá tipos de sistemas construtivos completamente novos a fim de atender às novas demandas. Além das mudanças dinâmicas no seio da sociedade, outro fator que indica a necessidade de uma forma alternativa de construção é o padrão de uso dos recursos naturais na indústria da construção - um padrão que provou ser insustentável.

Estruturas que possibilitam aspectos efêmeros através de configurações de montagem e fixação dos componentes projetados para tal fim, podem ser a chave para o equilíbrio entre as demandas contemporâneas sociais, de mercado, econômicas, e a sustentabilidade ambiental. Estes aspectos estão

incluídos nas diretrizes do Projeto para a Desmontagem, ou *Design for Disassembly (DfD)*. O conceito de desmontagem vem em substituição à demolição, e orienta a tomada de decisão do projetista na previsão da vida útil do projeto, dos componentes e da facilidade do desmantelamento da construção, visando à reutilização dos materiais e a possível reciclagem (YEANG,2006).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo explorar e descrever como a tomada de decisão em projeto determina a execução de edificações mais sustentáveis, flexíveis e adaptáveis às necessidades dos usuários e às novas demandas, através da definição dos sistemas construtivos a serem adotados, da previsão da vida útil dos componentes, da manutenção, adaptação, desmontagem, reuso e reciclagem.

A aplicação do método da presente pesquisa apresentou vantagens quanto à utilização de sistemas menos convencionais (no contexto brasileiro), em relação ao consumo energético e as possibilidades de desmontagem, adaptação e reutilização de componentes.

Assim, foi possível discutir os resultados através de reflexões quanto aos impactos das decisões em projeto. Desta forma, este trabalho visa contribuir na ênfase sobre a importância da tomada de decisão em projeto, na determinação de aspectos da vida útil do edifício e sua destinação final, e na reflexão sobre a utilização de sistemas construtivos mais flexíveis e, possivelmente, desmontáveis, frente às necessidades de adaptação e minimização dos impactos ambientais.

## 2 MÉTODO

Utilizando-se de um estudo de casos múltiplos como procedimento técnico, o presente trabalho visa explorar de que forma os projetos podem prever edificações mais sustentáveis através da tomada de decisão do projetista a respeito de sua durabilidade técnica e conceitual.

### 2.1 Seleção dos Casos

Foram definidos como objetos de estudo cinco projetos para um Módulo Escolar Emergencial, os quais foram elaborados por cinco equipes de alunos de uma disciplina de pós-graduação. Os projetos foram desenvolvidos com intuito de abrigar novos cursos da universidade, os quais não dispunham de espaço físico para iniciar suas atividades. Para elaboração dos projetos, foram estabelecidos os seguintes critérios:




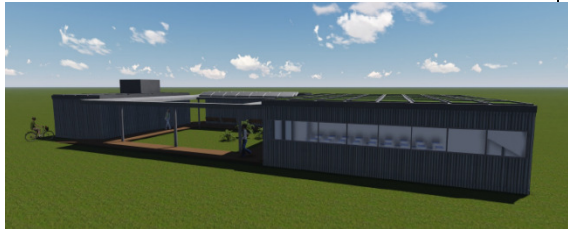
- Edificação térrea;
- Edificação desmontável e transportável;
- Autonomia energética (sistema fotovoltaico), sanitária e hidráulica;
- Iluminação e ventilação naturais adequadas;


No entanto, para que fosse possível fazer um comparativo de desempenho com modelos convencionalmente utilizados, uma das equipes elaborou um projeto em estrutura de concreto e alvenaria como sistema construtivo,

compreendendo materiais convencionais de uma construção de uso escolar, apenas seguindo o programa de necessidades e os parâmetros de dimensionamento dos ambientes.

Os projetos utilizados para este estudo de caso se relacionam no Quadro 1:

Quadro 1 - Relação dos projetos analisados

Projeto nº	Perspectiva	Sistema Construtivo
1		Concreto e Alvenaria
2		Wood Frame
3		Steel Frame
4		Container

5		Madeira
---	---	---------

Fonte: Os autores

## 2.2 Unidade de Análise

A unidade de análise estabelecida para aplicação do método é o Ciclo de Vida Energético (CVE) das edificações.

Segundo Tavares (2006) o Ciclo de Vida Energético de uma edificação consiste em uma análise abrangente de impactos ambientais ao longo de seu ciclo de vida, priorizando o inventário de dados de consumo energético, diretos e indiretos.

Deste modo, o presente método visa analisar a Energia Total do ciclo de vida energético dos projetos apresentados em cada cenário de vida útil, a qual compreende o conjunto dos requisitos energéticos em uma abordagem do berço ao túmulo, segundo a terminologia da norma ISO 14040 (ABNT, 2001), para isso deve determinar os seguintes insumos energéticos:

- a) Energia Embutida Inicial (*EEi*): é definida como o conjunto dos insumos energéticos, diretos e indiretos, utilizados para erguer a edificação;
- b) Energia Operacional (*EO*): energia consumida na utilização de equipamentos ao longo da vida útil da edificação;
- c) Energia Embutida de Manutenção (*EEmanutenção*): insumos energéticos provenientes de reformas, com consequente uso de materiais de construção e transporte (TAVARES, 2006).

## 2.3 Constatações do referencial teórico

Através da pesquisa bibliográfica sobre o tema foi possível a obtenção de um referencial teórico. Assim, foram definidas palavras-chave que possibilitaram a constatação de premissas as quais fundamentam e auxiliam na tarefa de validação do método proposto: Vida útil de projeto; Arquitetura efêmera; Ecodesign.

Os resultados obtidos que são relevantes para a fundamentação teórica foram sintetizados e relacionados, assim como as premissas constatadas ao longo da pesquisa, conforme a Tabela 1:

Tabela 1: Principais conceitos e premissas da fundamentação teórica

Palavra-chave	Principais conceitos	Premissas constatadas
Vida útil de projeto	Durabilidade	A sustentabilidade de um projeto está relacionada à previsão da vida de utilização;
	Ciclo de vida e obsolescência	
	Vida útil técnica x utilização	A desconstrução é uma alternativa à demolição quanto à geração de resíduos
	Desconstrução	
Arquitetura efêmera	Conceito de efemeridade	Estruturas efêmeras são uma solução à arquitetura contemporânea, pois são capazes de acompanhar as mudanças sociais e econômicas.
	Estruturas flexíveis	
Ecodesign	Tomada de decisão	A tomada de decisão do projetista na aplicação de princípios de modulação, desmontagem, reuso e reciclagem de componentes em um projeto tem grande impacto na concepção de edificações mais sustentáveis;
	Modulação	
	Projeto para Desmontagem	
	Reuso, reciclagem, manutenção e adaptação	A determinação do Ciclo de Vida Energético possibilita a comparação de consumo de energia e a otimização da energia operacional do edifício.
	Ciclo de Vida Energético	

Fonte: Os autores

As premissas constatadas no referencial teórico foram consideradas na aplicação do método, influenciando na análise dos resultados e nas conclusões.

### 3 APLICAÇÃO

Como já descrito anteriormente, o estudo se utilizou de cinco projetos de um Módulo Escolar Emergencial na aplicação do método, que visa compreender a relação entre a durabilidade conceitual (de utilização) e a durabilidade material (técnica) das edificações e como a tomada de decisão do projetista implica na sua sustentabilidade ambiental.

A fim de possibilitar a avaliação do Ciclo de Vida Energético (CVE) de cada projeto selecionado, foram relacionadas as composições dos materiais escolhidos para cada etapa de projeto, conforme a

Tabela 2:

Tabela 2 - Materiais e características dos projetos

Sistema Construtivo/Etapa	Alvenaria	Wood Frame	Steel Frame	Container	Madeira
Fundação	Sapatas de Concreto	Sapatas de Concreto	Sapatas de Concreto	Sapatas de Concreto	Sapatas de Concreto

Estrutura	Concreto armado	Perfis em Pinus autoclavado	Perfis de aço galvanizado	Alojamento metálico tipo container	Peça de madeira eucalipto
Cobertura	Laje em concreto	Telha térmica metálica	Telha térmica metálica	Alojamento metálico tipo container	Placas de eucalipto
Fachada	Emassamento tinta acrílica	Siding vinílico	Telha térmica metálica	Alojamento metálico tipo container	Peça de madeira eucalipto
Paredes Externas	Blocos cerâmicos	Painéis em OSB	Placa cimentícia	Placa cimentícia	Peça de madeira eucalipto
Portas	Madeira Tauari	Madeira Itaúba	Madeira Itaúba	Alumínio	Madeira maciça eucalipto
Janelas	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Madeira maciça eucalipto

Fonte: Os autores

A tabela acima representa os materiais definidos pelas equipes de alunos para cada projeto, os quais foram relacionados por etapas de construção pelos autores, para fins de padronização.

### 3.1 Determinação do ciclo de vida técnico

Para a determinação do ciclo de vida técnico de cada edificação, foi estimada a expectativa de vida dos componentes de cada etapa da construção, as quais estão apresentadas na Tabela 3. Os valores estimados foram baseados nos dados da *InterNACHI (International Association Of Certified Home Inspectors)*:

Tabela 3 - Determinação do ciclo de vida técnico para cada etapa dos projetos (em anos)

Etapas	Alvenaria	Wood Frame	Steel Frame	Container	Madeira
Fundação	100	100	100	100	100
Estrutura	100	100	100	100	100
Cobertura	100	60	60	100	40
Fachada	100	60	40	100	100
Paredes Externas	100	60	100	100	100
Esquadrias Tipo 1	30	30	30	20	30

Esquadrias Tipo 2	20	20	20	20	30
-------------------	----	----	----	----	----

Fonte: Adaptado de *Internachi* (2016).

Deste modo, determinou-se uma estimativa da expectativa da vida útil técnica de cada edificação, através da média da durabilidade das principais etapas construtivas – fundação, estrutura, cobertura e paredes externas – apresentadas na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Determinação do ciclo de vida técnico para cada projeto (em anos)

Sistema Construtivo	Expectativa de vida útil técnica (em anos)
Alvenaria	100
Wood Frame	80
Steel Frame	90
Container	100
Madeira	85

Fonte: Os autores

### 3.2 Determinação do ciclo de vida de utilização

A determinação da vida de utilização de uma construção dependeria de inúmeros fatores, tais como a exposição às condições do clima, o tipo de uso e as exigências de modificações do usuário, seja por questões estéticas ou funcionais. Portanto, tal tarefa demandaria um profundo conhecimento do impacto do uso e do usuário da edificação, assim como de um método para determinação específica da durabilidade de uso de um projeto.

Contudo, como a temática ainda é pouco explorada pela literatura, não foi possível constatar métodos existentes que precisem essa informação. No entanto existem publicações de padrões normativos nacionais e internacionais que abordam a durabilidade de projeto, ou vida útil de projeto, o que se aproxima da abordagem sobre a vida conceitual da edificação, ou de utilização.

Desta forma, a presente pesquisa se utilizará dos parâmetros de vida útil de projeto, sugeridas pela norma canadense CSA S478-95 - *Guideline on Durability in Buildings*, conforme apresentadas na Tabela 5:

Tabela 5: Categorias de vidas úteis de projeto para edifícios, sugeridas pela norma CSA S478-95

Categoria	Vida útil de projeto para edifícios	Exemplos
Temporários	Até 10 anos	- Construções não permanentes, escritórios de venda. - Construções para exposições temporárias.
Curta duração	10 a 24 anos	- Salas de aulas temporárias.
Média duração	25 a 49 anos	- Maioria das construções industriais. - Maioria das construções para estacionamentos.
Longa	50 a 99 anos	- Maioria das construções habitacionais,



duração		comerciais, para escritórios e serviços.
Permanente	Período mínimo de 100 anos	- Monumentos (museus, galerias de arte e arquivos). - Patrimônio.

Fonte: Adaptado de CSA (1995)

Com base na Tabela 5 foi possível estabelecer diferentes cenários para simulação de desempenho dos projetos. Definiu-se que, para cada categoria estabelecida pela norma, seria adotado seu valor máximo para a vida útil prevista e, desta forma, cada categoria representa um cenário de vida útil diferente, conforme apresentado abaixo:

Quadro 2: Cenários de vida de utilização

Cenário 1	10 anos
Cenário 2	24 anos
Cenário 3	49 anos
Cenário 4	99 anos

Fonte: os autores

Deste modo, foi possível analisar o Ciclo de Vida Energético (CVE) de cada edificação para cada cenário determinado. Observa-se que, mesmo que o conceito inicial do projeto seja de caráter temporário/ emergencial, este estudo visa a comparação do desempenho dos diferentes sistemas construtivos através de cenários de vida útil diferentes, a fim de discutir o potencial de adaptação e impactos gerados para cada tomada de decisão do projetista.

Os resultados obtidos serão apresentados a seguir, assim como a análise e discussão dos resultados.

## 4 RESULTADOS

A fim de analisar o Ciclo de Vida Energético de cada projeto frente aos diferentes cenários de vida útil estabelecidos, foi realizada uma simulação analítica confrontando o Ciclo de Vida Técnico x Ciclo de Vida de Utilização.

Adotou-se, portanto, os valores já constatados de energia demandada por cada projeto, obtidos através simulação dos consumos das energias embutidas e operacionais, conforme Tabela 6:

Tabela 6: Consumo de energia por projeto

Sistema Construtivo	EE Inicial (GJ)	EO (GJ/ano)	EE Manutenção (GJ)
Alvenaria	3.221,10	21,05	370,66
Wood Frame	704,91	23,03	501,98
Steel Frame	1.907,78	22,65	1.275,90
Container	1.328,09	12,00	635,54
Madeira	703,47	27,95	731,55

Fonte: os autores

Desta forma, são apresentados os resultados do Ciclo de Vida Energético obtidos na vida útil de projeto para cada cenário:

### Cenário 1: Temporário

Tabela 7 - Análise do Ciclo de Vida Energético para o Cenário 1

Ciclo de Vida Técnico					Ciclo de vida de Projeto		
Sistema Construtivo	EEinicial (GJ)	EO (GJ/ano)	EE Manutenção (GJ)	VUT (anos)	Energia Total/ano (GJ)	VUP (anos)	Energia Total/ano (GJ)
Alvenaria	3.221,10	21,05	370,66	100	56,97	10	380,23
Wood Frame	704,91	23,04	501,98	80	38,12	10	143,73
Steel Frame	1.907,78	22,65	1.275,90	90	58,02	10	341,02
Container	1.328,09	12,00	635,54	100	31,64	10	208,36
Madeira	703,47	27,95	731,55	85	44,84	10	171,46

Fonte: os autores

Onde:

VUT: Vida Útil Técnica

VUP: Vida Útil de Projeto

### Cenário 2: Curto prazo

Tabela 8: Análise do Ciclo de Vida Energético para o Cenário 2

Ciclo de Vida Técnico					Ciclo de vida de Projeto		
Sistema Construtivo	EEinicial (GJ)	EO (GJ/ano)	EE Manutenção (GJ)	VUT (anos)	Energia Total/ano (GJ)	VUP (anos)	Energia Total/ano (GJ)
Alvenaria	3.221,10	21,05	370,66	100	56,97	24	170,71
Wood Frame	704,91	23,04	501,98	80	38,12	24	73,32
Steel Frame	1.907,78	22,65	1.275,90	90	58,02	24	155,30
Container	1.328,09	12,00	635,54	100	31,64	24	93,82
Madeira	703,47	27,95	731,55	85	44,84	24	87,75

Fonte: os autores

### Cenário 3: Médio prazo

Tabela 9: Análise do Ciclo de Vida Energético para o Cenário 3

Ciclo de Vida Técnico					Ciclo de vida de Projeto		
Sistema Construtivo	EEinicial (GJ)	EO (GJ/ano)	EE Manutenção (GJ)	VUT (anos)	Energia Total/ano (GJ)	VUP (anos)	Energia Total/ano (GJ)

<b>Alvenaria</b>	3.221,10	21,05	370,66	100	56,97	49	94,35
<b>Wood Frame</b>	704,91	23,04	501,98	80	38,12	49	47,67
<b>Steel Frame</b>	1.907,78	22,65	1.275,90	90	58,02	49	87,62
<b>Container</b>	1.328,09	12,00	635,54	100	31,64	49	52,08
<b>Madeira</b>	703,47	27,95	731,55	85	44,84	49	57,24

Fonte: os autores

#### Cenário 4: Longo Prazo

Tabela 10: Análise do Ciclo de Vida Energético para o Cenário 4

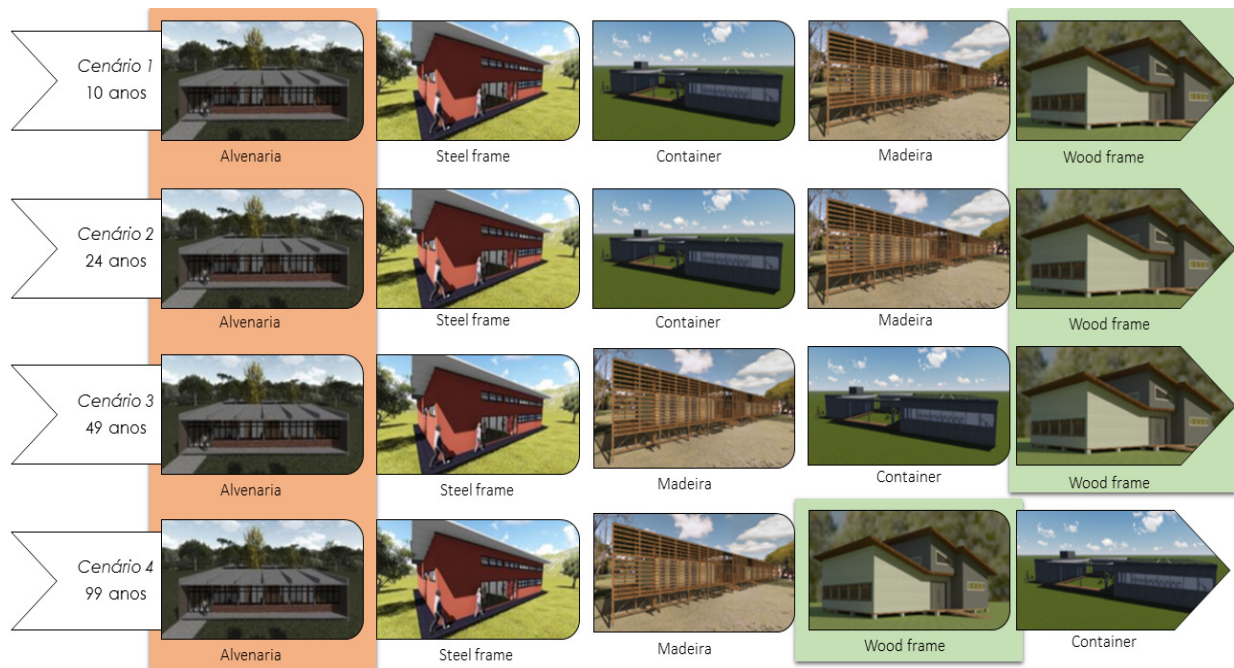
Ciclo de Vida Técnico						Ciclo de vida de Projeto	
Sistema Construtivo	EEinicial (GJ)	EO (GJ/ano)	EE Manutenção (GJ)	VUT (anos)	Energia Total/ ano (GJ)	VUP (anos)	Energia Total/ ano (GJ)
<b>Alvenaria</b>	3.221,10	21,05	370,66	100	56,97	99	57,33
<b>Wood Frame</b>	704,91	23,04	501,98	80	38,12	99	35,23
<b>Steel Frame</b>	1.907,78	22,65	1.275,90	90	58,02	99	54,81
<b>Container</b>	1.328,09	12,00	635,54	100	31,64	99	31,84
<b>Madeira</b>	703,47	27,95	731,55	85	44,84	99	42,45

Fonte: os autores

Verificou-se, através da análise das Tabelas 7, 8, 9 e 10, que os valores gerados da análise do Ciclo de Vida Energético apresentaram os seguintes resultados:

- Com relação ao consumo de energia total (EEinicial, EO, EEmanutenção) observou-se que, a energia embutida inicial (EEinicial) corresponde a maior parcela do consumo em todos os projetos;
- Observou-se que, os valores para o consumo energético anual diminuem conforme o aumento da vida útil da edificação, pois, como já descrito, a maior parcela de consumo refere-se à energia inicial, a qual é dividida pelo número de anos;
- No Cenário 1, a edificação de alvenaria apresentou o maior consumo energético anual, para uma estimativa de vida útil de 10 anos de uso da edificação, o que corresponde a 221% do consumo energético do sistema em wood frame, que apresentou o menor consumo de energia por ano entre os projetos analisados;
- A ordem do consumo energético de cada projeto, do maior para o menor respectivamente, se apresentou da seguinte maneira, conforme ilustra a Figura 1:

Figura 1 - Ordem de consumo energético apresentada por cada edificação, por cenário de vida útil

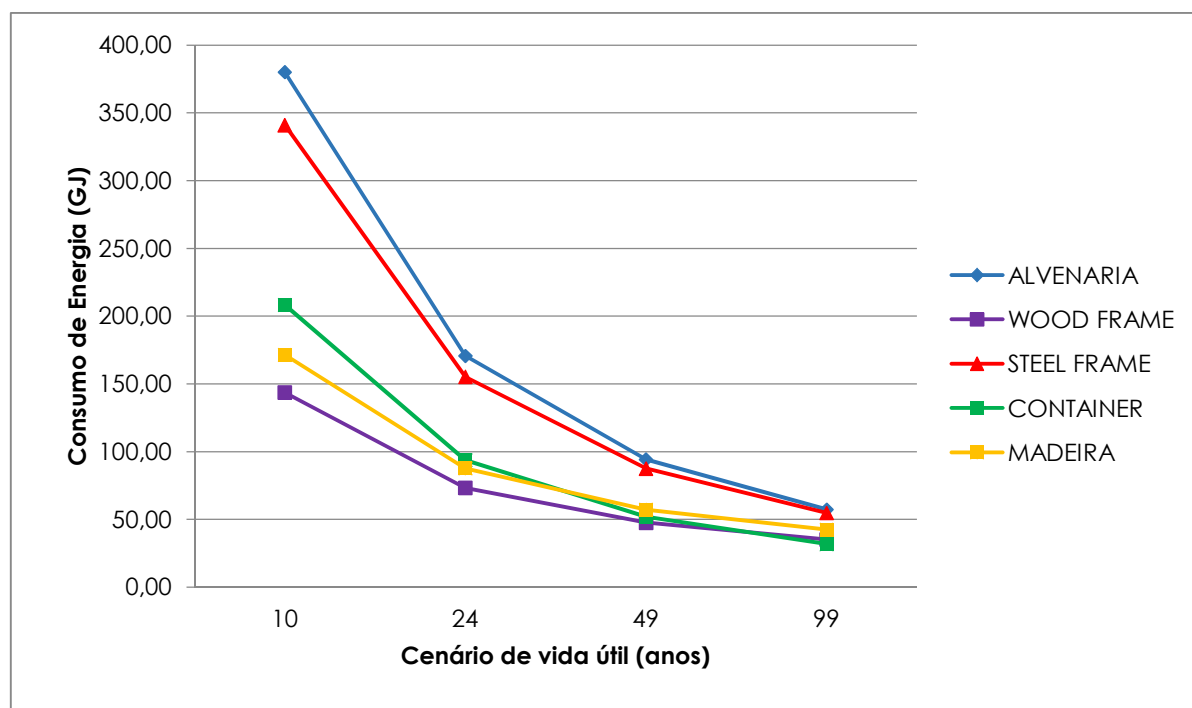


Fonte: os autores

e) Foi possível observar na Figura 3 que a edificação em alvenaria obteve o maior consumo energético em todos os cenários, representando o pior desempenho, enquanto a edificação em wood frame apresentou o menor consumo energético em três cenários, obtendo, deste modo, o melhor desempenho;

f) Desta forma, é possível demonstrar, em síntese, a média do consumo de energia anual por projeto, de acordo com cada cenário de vida útil estabelecido, através do gráfico apresentado na Figura 2:

Figura 2 – Gráfico do consumo energético anual por projeto de acordo com o cenário de vida útil



Fonte: os autores

## 5 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, foi possível observar que, em todos os cenários de vida útil estabelecidos, as construções em sistemas menos convencionais (no contexto brasileiro) apresentaram vantagens frente à estrutura mais usual de alvenaria, com relação ao consumo energético anual, principalmente no Cenário 1, de vida útil temporária. No entanto, em um cenário de vida útil de 99 anos (cenário 4), as edificações apresentaram valores de consumo energético anual próximos, o que significa que não há grandes vantagens em se utilizar uma estrutura menos convencional para este fim, se considerado apenas a sua eficiência energética, a disponibilidade no mercado e mão-de-obra.

Portanto, a fim de relacionar os resultados obtidos com a abordagem sobre a vida útil e a tomada de decisão em projeto, conforme as premissas do referencial teórico desta pesquisa, a utilização de uma estrutura em alvenaria e concreto, mesmo que em um cenário de tempo de vida longo, não permitirá a facilidade de adaptação, muitas vezes necessária frente às possíveis e prováveis novas demandas que surgem ao passar do tempo, resultando em demolição e geração de resíduos antes do fim de sua vida útil.

Deste modo, é possível compreender que, embora algumas técnicas construtivas, como a alvenaria, apresentem uma vida útil técnica (VUT) superior a 100 anos, esta durabilidade física se torna relativa se considerado a sua durabilidade conceitual, ou de uso, a qual está sujeita às adaptações inerentes às mudanças funcionais, tecnológicas e às necessidades dos

usuários.

Por outro lado, ao analisar as construções menos convencionais, observa-se que, ainda que passíveis de melhora, estas estruturas permitem uma maior flexibilidade e facilidade no acesso, manutenção e reposição de seus componentes por apresentarem menos materiais compósitos, e menos fixações por colagem.

Observa-se também que, particularmente no caso da edificação de container, esta estrutura advém de uma reutilização secundária, adaptada para um novo uso. Já as estruturas de madeira se utilizam, como matéria-prima principal, um recurso renovável.

Embora este método tenha sido aplicado em um contexto de uma edificação para uso escolar, no ponto de vista técnico, não se observou nenhuma restrição para que as análises feitas sejam aplicadas em outros contextos de uso.

Deste modo, a presente pesquisa espera preencher lacunas da literatura existente e enfatizar a discussão sobre os processos convencionais de construção, sobretudo no Brasil, propondo novas abordagens como soluções para o problema apresentado. Espera-se ainda incentivar novas pesquisas sobre a temática, a fim de auxiliar no desenvolvimento de novas soluções construtivas e de projeto, no sentido de beneficiar tanto o meio ambiente, quanto o mercado e a qualidade de vida das pessoas.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040 – Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura**. ABNT, 2001.

CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION. **CSA S478-95: Guideline on Durability in Buildings**. Rexdale, Canada, 1995.

DURMISEVIC, E. **Transformable Building Structures: Design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design & construction**. Tese (doutorado). Universidade Técnica de Delft, Holanda, 2006.

INTERNACHI. **InterNACHI's Standard Estimated Life Expectancy Chart for Homes**. Disponível em: <[www.nachi.org/life-expectancy.htm](http://www.nachi.org/life-expectancy.htm)>. Acesso em: 9 fev. 2016.

FAGUNDES, C.M.N. **Contribuições para uma arquitetura mais sustentável**. Salvador, BA. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2009.

MACHADO, R. C. **Sistema para avaliação do potencial de desconstrução e reutilização de estruturas de aço**. Tese (doutorado). Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2014.

MARTINEZ, L.D.; AMORIM, S.R.L. de. Inserção de aspectos sustentáveis no projeto de arquitetura unifamiliar e capacitação de profissionais de arquitetura em Niterói. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO: ENERGIA, INOVAÇÃO,

TECNOLOGIA E COMPLEXIDADE PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL, 6, Niterói. **Anais...** Niterói, 2010.

MEDEIROS, J. S. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. Tese de doutorado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

TAVARES, S. F. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras**. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

YEANG, K. **Ecodesign: A Manual for Ecological Design**. London: Wiley-Academy, 2006.