XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Construção de apartamentos com o reuso de contêineres com foco no público universitário

Construction of apartments with the reuse of containers focusing on the university public

Felipe Noberto de Lima Oliveira
Universidade de Fortaleza | Fortaleza | Brasil | felipenloliveira@gmail.com
Amanda Darly Brandão Mota
Universidade de Fortaleza | Fortaleza | Brasil | amandadbmota@gmail.com
Davi Albano Nunes
Universidade de Fortaleza | Fortaleza | Brasil | davialbano95@edu.unifor.br
Jamily Lopes de Sousa
Universidade de Fortaleza | Fortaleza | Brasil | jamilylopes23@hotmail.com
Madalena Osório Leite
Universidade de Fortaleza | Fortaleza | Brasil | madalenaosorioleite@unifor.br
Domingos Sávio Viana de Sousa
Universidade de Fortaleza | Fortaleza | Brasil | savio@unifor.br

Resumo

O reuso de contêiner na construção civil atende à necessidade das novas práticas construtivas, garante o reaproveitamento do resíduo e torna a construção barata e rápida. Visando construir de maneira sustentável e reduzir custos, neste trabalho foi realizado o estudo de viabilidade financeira para a construção de um edifício multifamiliar com o reuso de contêineres para o público de estudantes universitários do centro de Fortaleza. As análises de investimento basearam-se no indicador econômico payback descontado. O resultado mostrou que a construção com o reuso de contêiner pode ter um custo até 16% menor, se comparado com o método construtivo tradicional.

Palavras-chave: Contêiner. Resíduo. Sustentabilidade.

Abstract

Container reuse in civil construction meets the need for new construction practices, ensures the reuse of waste and makes construction cheap and fast. In order to build in a sustainable way and reducing costs, in this work carried out the economic feasibility study for the construction of a multifamily building with the reuse of containers for the public of university students in downtown Fortaleza. Investment analyses were based on the discounted Payback economic indicator. The result showed that construction with container reuse has a 16% lower cost, compared to the traditional construction method.

Keywords: Container. Residue. Sustainability.

Como citar:
OLIVEIRA, F.N de L.; MOTA, A. D. B; NUNES, D.A.; SOUSA. J.L.; LEITE, M.O.; SOUSA, D.S.V. de. Construção de apartamentos com o reuso de contêineres com foco no público universitário. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-12.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é um grande desafio para as grandes capitais e para a construção civil. Com o mercado de trabalho cada vez mais competitivo, acelerado e em expansão, a responsabilidade ambiental em realizar o correto descarte dos resíduos gerados pelos canteiros de obras e implementar métodos construtivos para uma produção mais limpa, por vezes, é posta de lado em detrimento de buscar maneiras mais rápidas e principalmente econômicas, de realizá-la. A construção civil é responsável pela geração de 50 a 60% dos resíduos sólidos urbanos produzidos diariamente nas grandes cidades [1].

Diante disto, faz-se necessário ampliar a discussão sobre a problemática, pois cabe a construção civil debater e implementar em seus canteiros de obras um desenvolvimento sustentável, devido à alta demanda que o setor necessita de matéria-prima natural, ocupação de áreas verdes decorrente do aumento da população assim como, a poluição do solo, água e ar. Após a criação da Agenda 21 no início da década de 90, a pauta de desenvolvimento sustentável chegou com mais ênfase na área de arquitetura e urbanismo, tendo em vista o aprimoramento e inovação de técnicas que gerassem menos resíduos para o meio ambiente [2].

O contêiner marítimo, um resíduo oriundo de outros setores, surge como uma possibilidade de material para ser utilizado na construção civil como um elemento arquitetônico. Com o uso de contêiner, além de redução de resíduos, por não ser necessário utilização de cimento, tijolo, água e areia, reduzindo assim, uma grande parcela de entulhos gerados por métodos construtivos convencionais, também é gerada redução no custo da execução. Com menores custos para se construir, o mercado de moradias pequenas e boa localização suprem a necessidade de jovens universitários e recém-formados que buscam economia e flexibilidade de locomoção [3][4].

Além de gerar diversos empregos, a construção civil constrói moradias para abrigar a população e auxilia no desenvolvimento dos grandes centros urbanos. Paralelo a este crescimento econômico, é necessário desenvolver métodos sustentáveis. O modelo escolhido foi a construção modular com o reuso de contêineres, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais gerados por resíduos da construção convencional com concreto armado e alvenarias assim como, reutilizar os contêineres que outrora seriam descartados, após o seu prazo de vencimento. Com a modularização na construção civil, o objetivo é reduzir custos e otimizar o tempo de construção e espaços nos canteiros de obra, executando de maneira limpa e sustentável.

Diante disso, o trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade econômica do reuso de contêineres na construção de pequenos apartamentos para o público de estudantes universitários do centro de Fortaleza.

O estudo foi dividido em duas partes: na primeira etapa, foi elaborado um projeto de uma edificação multifamiliar e na segunda etapa, um estudo de viabilidade econômica para a utilização dos contêineres como construção modular, utilizando como parâmetro a verificação dos custos, na qual, a coleta de dados foi feita por meio da

pesquisa de mercado visando a correta verificação dos custos de material, devido à ausência de tabelas de custos para o método construtivo utilizando contêineres.
O terreno em análise está localizado situado no bairro Benfica, na região central de Fortaleza, próximo ao centro de humanidades da UFC, campus do IFCE e ao centro de línguas e de humanidades da UECE. Nos primeiros meses foram realizadas consultas em sites de imobiliárias para mapear o valor médio de aluguel da região e o leiaute de interiores. Com base nesses dados, determinou-se o leiaute escolhido para o projeto e verificou-se os índices mínimos de taxa de ocupação, aproveitamento do lote, altura máxima permitida e limites de recuos.

REFERENCIAL TEÓRICO

SUSTENTABILIDADE

Calcula-se que mais da metade dos resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas no Brasil são oriundos da construção civil. Logo, é necessário buscar por métodos construtivos que poluam menos e façam um melhor aproveitamento dos recursos naturais disponíveis [6].

A ideia de construção sustentável baseia-se no desenvolvimento e popularização de novos métodos construtivos que permitam com que a construção civil gere menos impacto ambiental. Desse modo, o contêiner surge como alternativa de material que vem a ser reutilizado como recurso na construção civil [7].

CONSTRUÇÃO COM CONTEINER

O caráter modular do sistema propicia flexibilidade ao projeto, pois pode agilizar o processo de montagem e desmontagem das edificações e possibilita a construção em pacotes menores, de acordo com as necessidades dos usuários. Seu grande potencial de uso na construção civil se justifica devido à resistência do material e a sua versatilidade, assim é possível obter variados modelos arquitetônicos [8].

Para a análise de viabilidade deste trabalho, serão estudados 3 modelos de contêiner: Dry Box Standard de 20', Dry Box Standard de 40’ e High Cube de 40’, estes modelos são os mais apropriados para reuso na construção de residências. Entretanto, ainda segundo o mesmo autor, o mais aconselhável para reuso é o *High Cube* por possuir maior altura, e assim facilitar ao se embutir instalações elétricas e hidráulicas no forro de gesso [9]. Na figura 1 é possível identificar as principais dimensões de contêineres utilizadas no transporte de carga atualmente.

Figura 1: Dimensões de contêineres utilizadas em projetos

TIPO	DRY BOX STANDARD DE 20'			
Imagem	Medidas Externas	Medidas Internas	Capacidade	Pesos
	Comprimento: 6.058 m Largura: 2.438 m Altura: 2.591 m	Comprimento: 5.90 m Largura: 2.35 m Altura: 2.393 m	33,20 m³	Máximo: 30.480 kg Tara: 2.220 kg Carga: 28.260 kg
TIPO	**DRY BOX STANDARD DE 40'**			
Imagem	**Medidas Externas**	**Medidas Internas**	**Capacidade**	**Pesos**
	Comprimento: 12.192 m Largura: 2.438 m Altura: 2.591 m	Comprimento: 12.032 m Largura: 2.350 m Altura: 2.392 m	67,70 m³	Máximo: 30.480 kg Tara: 3.550 kg Carga: 26.930 kg
TIPO	**HIGH CUBE DE 40'**			
Imagem	**Medidas Externas**	**Medidas Internas**	**Capacidade**	**Pesos**
	Comprimento: 12.192 m Largura: 2.438 m Altura: 2.895 m	Comprimento: 12.032 m Largura: 2.352 m Altura: 2.698 m	76 m³	Máximo: 26.330 kg Tara: 3.900 kg Carga: 22.430 kg

Fonte: Locares – Locação de Contêineres (2018).

EXIGÊNCIAS DA NORMA DE DESEMPENHO NBR 15575:2021

Esta norma estabelece padrões que se refere à eficiência das edificações do Brasil. Para o consumidor que visa adquirir um imóvel, esta norma vai ao encontro às suas necessidades de conforto, estabilidade, vida útil adequada, segurança estrutural e contra incêndios, pois obriga que os produtos da construção civil possuam índices de qualidade e os mesmos tratamentos exigidos a outros itens de consumo.

A altura máxima permitida, no porto de Santos, para o empilhamento de contêineres vazios é de 6 (seis) unidades de alto em no mínimo 2 (duas) pilhas, não sendo permitida a montagem de pilhas individuais. Portanto, esta resolução deve limitar a altura máxima que deve ser considerada para este projeto em estudo [10].

Com relação ao conforto térmico, é necessário esclarecer que a NBR 15575:2021 não trata de condições artificiais de temperatura, como refrigeração e calefação, portanto é sabido que todos os critérios de desempenho estão estabelecidos com base em condições normais de ventilação e insolação.

O ruído oriundo da circulação de veículos nas pistas de rolamento, crianças brincando no playground do edifício, música alta no apartamento vizinho pode ser causa de desentendimento e estresse. Por isso, é necessário fazer o uso de adequação acústica. A NBR 15575:2021 também cita disposições para isolação ao som aéreo e ruído transmitido por impactos, fator que ocorre nos entrepisos e coberturas acessíveis.

A NBR 15575:2021 estipula critérios para a atenuação acústica dos ruídos de impactos aplicados às lajes de piso e para a isolação ao som aéreo dos pisos e do envelope da construção (fachadas e coberturas). Considera ainda a necessidade de isolação acústica de paredes de geminação entre unidades autônomas e de paredes divisórias entre áreas privativas e áreas comuns nas edificações multifamiliar.

Todo projeto de engenharia e arquitetura deve especificar o valor teórico para a VUP para cada um dos sistemas que compõem a edificação, não devendo ser inferior aos

estabelecidos no quadro 1, e estes devem ser projetados e elaborados para que tenham uma durabilidade potencial compatível com a VUP.

Quadro 1 - Prazos para vida útil de projeto (VUP)

Sistema	VUP anos		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Estrutura	≥ 50	≥63	≥ 75
Pisos internos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30

Fonte: Guia CBIC (2013).

ANÁLISE DE VIABILIDADE

Uma análise de viabilidade econômica, ou projeto de investimentos, é um estudo que aglutina informações quantitativas e qualitativas, e que permite planejar a viabilidade de uma aplicação antes que ela ocorra, realizando uma simulação. Para um investidor, ou empreendedor, investimento é tido como uma aplicação de capital no valor presente, buscando benefícios futuros, fazendo com que o montante final seja maior que o atual [11].

A análise de investimento é um instrumento seguro, prático e rápido para que possa auxiliar em análises de diferentes alternativas e na posterior tomada de decisão de maneira mais assertiva, com base em dados e técnicas [12].

PAYBACK DESCONTADO

Um ponto importante para o investidor, é conseguir visualizar em quanto tempo o fluxo de caixa de entradas futuras do investimento, irá se igualar ao valor o dinheiro que foi investido inicialmente. Essa determinação de tempo necessário para que o dinheiro investido, retorne ao investidor, pode ser calculado de duas formas, sendo uma pelo método do *payback* simples onde não há uma taxa de desconto considerando o valor do dinheiro no tempo e a outra, é pelo método *payback* descontado, na qual, ele considera uma taxa de desconto, sendo tida como a TMA do projeto em análise.

Caso não se leve em consideração a vida do investimento, seu uso pode ser feito de maneira equivocada, quando os projetos de investimento em análise tenham aplicações iniciais diferentes ou o projeto tenha vida maior que um ano [13].

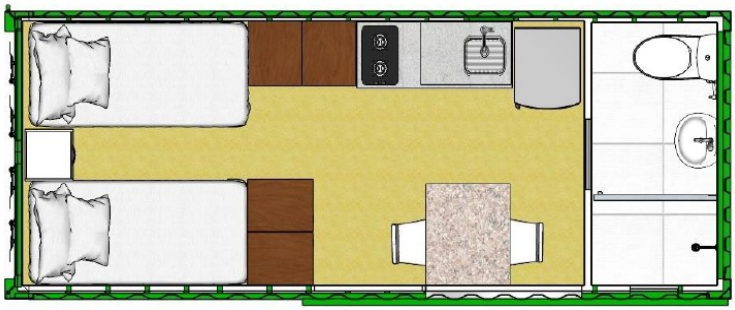
ESTUDO DE CASO

PROJETO DAS UNIDADES RESIDENCIAIS E DAS ÁREAS COMUNS

Os detalhes concebidos no projeto levaram em consideração a área do contêiner por este ter dimensões padronizadas, citadas anteriormente neste trabalho. O contêiner do tipo *High Cube* foi o escolhido por apresentar maior altura interna, de 2,698m, o que vem a respeitar os critérios mínimos indicados na NBR 15.575 de 2,50m de altura do piso ao forro acabado.

O edifício é composto por um pavimento térreo e quatro pavimentos tipos, cada um com oito apartamentos modulares de contêiner. O apartamento é composto por 3 ambientes, como demonstrado na figura 2. O quarto conta com 4,65m², o ambiente da cozinha e sala de estar conta com 6,97m² e o banheiro com 2,17m², e uma área não útil de 0,98m² de paredes e ferragens, totalizando 14,77m².

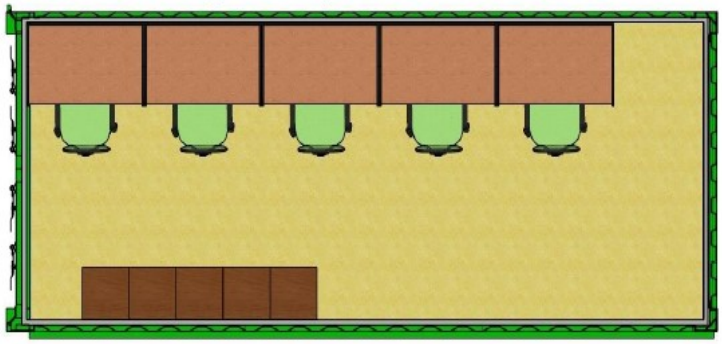
Figura 2: Leiaute do apartamento (unidade privativa)



Fonte: o autor.

Além do leiaute do apartamento modelo, também foi necessário desenvolver o leiaute do ambiente denominado sala de estudo, como está representado na figura 3.

Figura 3: Leiaute da sala de estudo



Fonte: o autor.

Este ambiente encontra-se no pavimento térreo, próximo a lavanderia. É dotado de cinco mesas para estudo individual, com dimensões de 1,10x0,90m, além de cinco

armários de madeira. Espera-se que, por ter foco no público de estudantes, este ambiente seja atrativo no momento de escolha do edifício.

Este ambiente conta com duas máquinas de lavar roupa industriais, uma bancada para organização e 4 armários para que sejam utilizados como depósito, também executado no interior de um contêiner. Além de tornar o ambiente uma área comum onde os moradores podem vir a interagir, foi possível observar que o desenvolvimento deste espaço possibilitou a redução de custo no orçamento devido a não necessidade de haver uma pia para lavagem de roupa em cada uma das 40 unidades privativas.

Quadro 2: Quadro de áreas

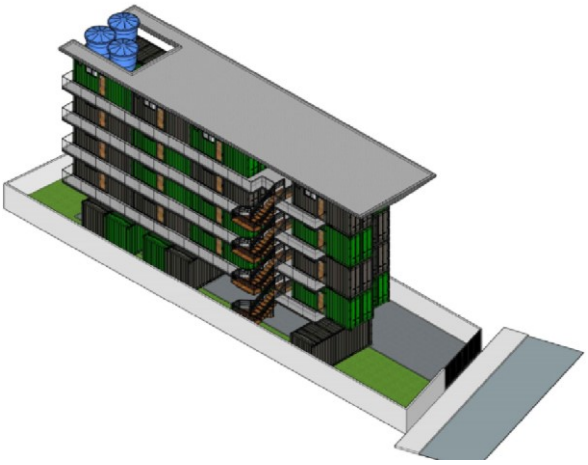
Área do Terreno: 461,00m²		
Índices	Permitido	Projetado
Índice de Aproveitamento	≤ 3,0 (1.383,00m²)	1.042,69m² (2,26)
Taxa de Ocupação	≤ 60% (276,60m²)	237,49m² (51,51%)
Taxa de Permeabilidade	≥ 30% (138,30m²)	223,51 (48,48%)

Área do Pav. Térreo	237,49m²
Área do Pav. Tipo (4x)	201,30m²
Área Construída Total	1.042,69m²
Área Permeável	223,50m²

Fonte: o autor.

Pode-se observar, no quadro 2 que todos os critérios solicitados na lei são atendidos. O índice de aproveitamento da área edificada é menor que a taxa máxima permitida, que é de 3 vezes área do terreno. A taxa de ocupação também respeita o critério de máximo de 60% da fração do lote. A taxa de permeabilidade é solicitada para que a água penetre no solo, auxiliando na permeabilidade, sendo útil para evitar a concentração de águas nas sarjetas das ruas. A figura 4 mostra a perspectiva do projeto.

Figura 4: 3D da edificação



Fonte: o autor.

Por não ser objeto de estudo, o projeto de combate a incêndio e pânico não foi apresentado neste trabalho, entretanto foi considerada uma verba para a instalação dos equipamentos de segurança no orçamento que atenda ao perfeito funcionamento do edifício.

DESEMPENHO DOS PARÂMETROS DE CONFORTO

A empresa contatada informou que é possível obter dados com relação a temperatura do ambiente de um contêiner com termômetro digital, e que, em uma medição realizada no mês de setembro de 2019, a temperatura no interior variou em média de 27° a 28°C no período de uma hora, enquanto que no exterior, para o mesmo horário de medição, a temperatura média foi de 30° a 31°C. O que atende ao requisito intermediário da norma, onde $T_{i,max} \leq T_{e,max} - 2°C$.

Quando solicitado por dados dos parâmetros acústicos, o representante da empresa não soube responder com dados quantitativos, entretanto afirmou que o ambiente interno torna as negociações comerciais de seus clientes bastante tranquilas. O que foi considerado como um resultado aceitável para o desempenho acústico.

DETERMINAÇÃO DO VALOR DO ALUGUEL

Para se obter o valor de aluguel mensal deste empreendimento foi realizada uma pesquisa de mercado por meio de telefonemas e buscas em sites de locação, em que os preços de *kitnets* e pequenos apartamentos para locação foram filtrados na região próxima ao local de implantação, como está resumido na tabela 2.

Tabela 2: Pesquisa de valor dos aluguéis na região de implantação

Modelo do apartamento pesquisado	Valor do aluguel (R$)	Área (m²)	Valor do m² (R$)
Apartamento com 2 quartos	990,00	50,00	19,80
Apartamento com 2 quartos	850,00	40,00	21,25
Apartamento com 2 quartos	680,00	35,00	19,43
Apartamento com 2 quartos	650,00	35,00	18,57
Apartamento com 2 quartos (1 vaga de garagem)	1.200,00	65,00	18,46
Apartamento com 2 quartos (aluguel e condomínio)	2.200,00	100,00	22,00
Kitnet	400,00	25,00	16,00
kitnet	650,00	25,00	26,00
Kitnet	490,00	30,00	16,33
Kitnet	520,00	30,00	17,33
		Média	19,52

Fonte: o autor.

Conforme visto na tabela 2, o valor médio do metro quadrado é de R$ 19,52. A área útil do apartamento modelo é de 14,77m². Multiplicando esta metragem por R$ 19,52/m², obtém-se um valor de aproximadamente R$ 288,31.

O valor inicial do aluguel foi considerado de R$ 300,00 para realizar o estudo de viabilidade econômica. Também deve ser levado em conta que, por motivos de ter um valor mais barato se comparado o valor real a todos os aluguéis pesquisados, este é um atrativo para quem busca economia.

Comentado [1]: Professora Madalena, sabe como podemos rever o estudo de caso no parâmetro de conforto? No TCC não há dados diferentes dos que foram colocados no artigo. Podemos incluir novos dados?

Comentado [2]: Exatamente! No artigo mesmo, não encontrei outros referenciais mas, nessa entrevista (que até compartilhei no grupo) o empresário aponta que usou isopor e lã de vidro para realizar o conforto. Acha que poderíamos implementar essas informações, prof?

https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2022/07/27/fortaleza-recebe-1o-condominio-feito-com-conteineres.ghtml

Comentado [3]: @madalenaosorioleite@unifor.br @savio@unifor.br

Comentado [4]: No TCC realmente não tem. Ainda vou tentar ver outro trabalho.

Por este projeto ter foco em um público-alvo de estudantes oriundos de outra cidade, espera-se que este inquilino não traga consigo seus próprios móveis e eletrodomésticos, como geladeira, fogão, cama, guarda-roupas e utensílios de cozinha. Portanto, foi orçado um valor para mobiliar e equipar o apartamento, e este custo foi considerado nos dois orçamentos: concreto com alvenaria comum, e contêiner, o que deve impactar na projeção de análise financeira de ambos.

Não foi considerado, no orçamento, verba para marketing, nem corretagem de vendas, pois o edifício é destinado, exclusivamente, a aluguel. Entretanto, foi considerado um valor fixo mensal para a manutenção das áreas comuns e de eventuais revitalizações, sendo considerado o valor do aluguel de uma unidade por mês, ou 2,5%. Logo, foi considerado que a renda de 39 unidades foi responsável pelo fluxo de caixa, gerando uma renda de R$ 11.700,00 no primeiro ano.

VALOR PARA A CONSTRUÇÃO COM TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS TRADICIONAIS

Para efeito de comparação de custos, não há uma configuração padrão, segundo a norma 12.721:2005 – Avaliação de custos de construção, que se assemelhe as configurações deste projeto com o reuso de contêiner, como lavanderia compartilhada, ou apartamentos com área de aproximadamente 14,77m².

Para a definição do custo global da construção com as tecnologias convencionais de concreto armado e alvenaria cerâmica foi utilizado o valor do custo unitário básico (CUB) para o tipo PP 4-B, que é fornecido pelo SINDUSCON (Sindicato da Indústria da Construção Civil) mensalmente. O valor utilizado foi divulgado em agosto de 2019, que é de R$ 1.132,18.

A área projetada é de 1.042,69m², e os custos de demolição e remoção da edificação existente e os custos para mobiliar os apartamentos não são levados em consideração no CUB, o que os leva a serem somados também.

Multiplicando-se a área projetada de 1.042,69m² pelo valor do CUB de R$ 1.132,18 e somando aos custos de R$ 12.463,82 da mobília dos apartamentos, R$ 2.903,50 da mobília da sala de estudos e R$ 94.579,60 das demolições e retiradas é obtido o valor global de R$ 1.290.459,69, para a construção de uma edificação com a mesma área do projeto estudado com o uso dos *containers*.

CONSTRUÇÃO COM MODELO EM CONTEINER

O custo global orçado da edificação com o uso de contêiner foi de R$ 1.083.798,46. Este montante foi obtido por meio da verificação de quantitativos de serviços e materiais, com o uso de *softwares*, multiplicado pelo seu respectivo custo unitário. É possível identificar os valores do orçamento para a construção com o uso dos *containers* na tabela 3.

Tabela 3: Valor da obra com o uso dos *containers*

Pacote de serviço	Custo do pacote (R$)	Percentual sobre o valor total (%)
Serviços técnicos	42.389,73	3,9%
Serviços preliminares e instalações provisórias	5.404,86	0,5%
Aquisição e transporte de contêiner	225.000,00	20,8%
Demolições e retiradas	12.463,82	1,2%
Infra-estrutura e trabalhos em terra	22.953,42	2,1%
Estruturas metálicas	41.271,19	3,8%
Pavimentação e paisagismo	7.430,26	0,7%
Revestimentos	240.268,81	22,2%
Pintura	65.609,49	6,1%
Esquadrias e vidros	74.059,84	6,8%
Cobertura	40.124,08	3,7%
Instalações elétrica, lógica e tv	89.654,00	8,3%
Instalações hidráulicas	62.455,08	5,8%
Instalações de esgoto	21.956,65	2,0%
Instalações contra incêndio e gás	23.423,69	2,2%
Contêiner para sala de estudo	3.798,05	0,4%
Contêiner para lavanderia	10.955,89	1,0%
Mobília e utensílios de cozinha	94.579,60	8,7%
Total	1.083.798,46	100,0%

Fonte: o autor.

Observa-se que a execução deste residencial multifamiliar com método de reuso de contêiner possui um custo 16% menor, se comparado ao método construtivo tradicional, que teve o valor estimando em R$ 1.290.459,69.

PAYBACK DESCONTADO

O fluxo de caixa deste trabalho está detalhado em um período mensal, portanto torna-se inviável a inserção de uma tabela completa devido à grande quantidade de linhas. Logo, o *payback* descontado é apresentado de forma resumida com todas as seis alternativas de investimento, como é possível observar na tabela 4.

Tabela 4: Comparativo do *Payback* descontado

Alternativa de Investimento	Modelo	Payback Descontado (meses)	Payback Descontado (anos)
Sem aplicações	Contêiner	96	8 anos
	Método Tradicional	114	9 anos e 6 meses
Com aplicações a partir do payback simples	Contêiner	91	7 anos e 7 meses
	Método Tradicional	107	8 anos e 11 meses
Com aplicações a partir do início	Contêiner	80	6 anos e 8 meses
	Método Tradicional	93	7 anos e 9 meses

Fonte: o autor.

A partir da leitura dos dados da tabela 4, é possível concluir que o investimento em uma construção com contêiner traz um retorno de investimento mais rápido, em 6 anos e 8 meses, devido ao fato de ter um custo de investimento menor. E que caso não sejam feitas reaplicações financeiras, o tempo para o *payback* será maior. Também é possível fazer a leitura de que quanto maior for o investimento inicial, como é o caso do método tradicional com alvenaria e concreto armado, mais demorado é o retorno.

Na tabela 5 são apresentados os índices analisados referente às alternativas de construção do projeto entre o projeto com o uso de container e o projeto de mesma área com o uso de tecnologias tradicionais.

Tabela 5: Comparativo dos métodos construtivos para o projeto

Indicador analisado	Método Construtivo	
	Contêiner	Método Tradicional
Custo	1.083.798,46	1.290.459,69
Rentabilidade	1,1%	0,9%
VPL sem aplicações financeiras	266.213,37	59.552,14
VPL com aplicações a partir do payback simples	473.515,68	219.260,43
VPL com aplicações a partir do início	660.946,87	454.285,64
TIR sem aplicações financeiras	12,5%	8,5%
TIR com aplicações a partir do payback simples	15,4%	10,8%
TIR com aplicações a partir do início	18,3%	14,0%
Payback descontado sem aplicações financeiras	8 anos	9 anos e 6 meses
Payback descontado com aplicações a partir do payback simples	7 anos e 7 meses	8 anos e 11 meses
Payback descontado com aplicações a partir do início	6 anos e 8 meses	7 anos e 9 meses

Fonte: o autor.

Com os cálculos realizados e apresentados na tabela 5, tem-se um resultado satisfatório para o uso do *container* na obra de construção de um edifício multifamiliar.

CONCLUSÃO

O presente trabalho foi desenvolvido através de um estudo de caso da viabilidade financeira para a construção de apartamentos com reuso de contêineres com foco no público universitário. Foram apresentadas as ferramentas de análise de viabilidade, desenvolvendo-se um orçamento para o comparativo de custos com o método mais utilizado nas obras brasileiras.

Identificou-se que o projeto do apartamento modelo poderia ser feito em um local diferente da obra e ter seu leiaute repetido, resultando em maior velocidade de execução. Assim como, a tecnologia construtiva que permite seu reuso, que comparado ao método tradicional apresentou uma economia de 16%. Com as análises financeiras de VPL, TIR e *payback* pode-se identificar grande diferença quando considerado o valor de dinheiro e tempo.

REFERENCIAL TEÓRICO

[1] CORTESE, Tatiana Tucunduva Philippi; KNIESS, Cláudia Terezinha; MACCARI, Emerson Antonio (Org.). **Cidades inteligentes e sustentáveis**. Barueri: Manoele Ltda., 2017. 157 p.

[2] SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental** – instrumentos, esferas de ação e educação ambiental. São Paulo: Atlas, 2007.

[3] JOHN, V.M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção civil. In: Seminário **– Reciclagem de resíduos sólidos domiciliares**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2000, 13 p.

[4] PASCARELLA, E. T., & Terenzini, P. T. (2005). **How college affects students**: a third decade of research (2nd ed.). San Francisco: Jossey-Bass.

[5] BUXTON, Pamela. **Manual do Arquiteto**. 4. ed. São Paulo: Bookman. 2017.

[6] JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: Contribuição para a metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, 2000.

[7] GOLOVANEVSKY, Alexandra. **Residenciais Verticais em Containers**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bibliomundi, 2019.

[8] KOTNIK, Jure New container architecture: **Design guide + 30 case studies**. 2. ed. Barcelona: Links Books, 2013.

[9] FIGUEROLA, V. **Contêineres de navio se tornam matéria-prima para a construção de casas: Pré-fabricados, resistentes e modulares, contêineres de transporte de carga se tornam matéria-prima para a produção de construções residenciais.** 2013. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/201/conteineres-de-navio-se-tornam-materia-prima-para-a-construcao-de 302572-1.aspx>. Acesso em: 27 mar. 2019.

[10] **Resolução dipre** n° 215.2016, de 31 de agosto de 2016

[11] FERREIRA, M. **Engenharia econômica descomplicada**. Curitiba: Intersaberes, 2017.

[12] REBELATTO, Daisy (Org.). **Projeto de investimento:** Com estudo de caso completo na área de serviços. Barueri: Manoele Ltda, 2004.

[13] CASAROTTO FILHO, Nelson C.; KOPITTKE, Bruno H. **Análise de Investimentos**. 10 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

[14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** Norma de desempenho para construção residencial. Rio de Janeiro, 2021.