

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

**COMPARATIVO DE CUSTO/BENEFÍCIO ENTRE A ALVENARIA
ESTRUTURAL DE BLOCO CERÂMICO E ESTRUTURA PRÉ-MOLDADA DE
CONCRETO PARA UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL¹
COST / BENEFIT COMPARATIVE BETWEEN CERAMIC BLOCK
STRUCTURAL MASONRY AND PRECAST CONCRETE STRUCTURE FOR A
COMMERCIAL BUILDING**

Gabriela Schmidt², Thiana Dias Herrmann³

¹ Projeto de pesquisa realizada no curso de engenharia civil da Unijuí

² Graduada em engenharia civil pela Unijuí

³ Professora Orientadora do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias

RESUMO

A miscigenação da promoção da sustentabilidade vem atingindo cada vez mais o setor da construção civil. Com o objetivo de desenvolver obras mais limpas surgem as edificações racionalizadas, que são obras com planejamento e controle absoluto. Com o objetivo de divulgar esta ideia surge esta pesquisa de comparação de custos entre duas obras racionalizadas, alvenaria estrutural e estrutura pré-moldada em concreto armado, onde é realizada a comparação entre o orçamento encontrado para obras comerciais de aproximadamente 350m² de área construída. Foi necessário fazer algumas alterações para adaptar a alvenaria estrutural e sua modulação às dimensões do projeto original em pré-moldado, porém foi mantido o máximo de similaridade entre os projetos. Considerou-se o BDI para a cidade de Ijuí-RS, e de posse dos quantitativos se deu início ao processo orçamentário, com auxílio do SINAPI de maio de 2019. Com os resultados orçamentários foi possível comparar o custo de execução dos métodos e analisar o valor final para cada empreendimento, bem como as vantagens dadas por cada um considerando o custo/benefício de seus usuários. A alvenaria estrutural possui vantagens térmicas e acústicas sobre o pré-moldado, porém quando se tem pressa para a conclusão da obra o pré-moldado exerce vantagem. A diferença de custo a execução das obras é de apenas 3%, mas alguns fatores como clima e tempo de execução podem prejudicar o orçamento da alvenaria, anulando a vantagem orçamentária e deve ser considerado também o grau de incerteza do orçamento, podendo ocorrer variações em ambos os projetos, seja para um valor maior ou menor que o esperado.

Palavras-chave: racionalidade; planejamento; orçamento; construção civil.

ABSTRACT

The miscegenation of the promotion of sustainability is increasingly affecting the construction sector. In order to develop cleaner works, rationalized buildings appear, which are works with absolute planning and control. In order to disseminate this idea, this research compares the costs between two rationalized works, structural masonry and precast reinforced concrete structure,

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

where the comparison between the budget found for commercial works of approximately 350m² of built area is made. Some changes had to be made to adapt the structural masonry and its modulation to the dimensions of the original precast design, but the maximum similarity between the designs was maintained. It was considered the BDI for the city of Ijuí-RS, and the possession of the quantities began the budget process, with the aid of SINAPI of May 2019. With the budget results it was possible to compare the cost of implementing the methods and analyze the final value for each project, as well as the advantages given by each one considering the cost / benefit of its users. Structural masonry has thermal and acoustic advantages over precast, but when in a hurry to complete the work precast has advantage. The cost difference in the execution of the works is only 3%, but some factors such as weather and execution time can damage the budget of the masonry, nullifying the budgetary advantage and should also be considered the degree of budget uncertainty, and variations may occur. both projects to a higher or lower than expected value.

Keywords: rationality; planning; budget; civil construction.

INTRODUÇÃO

Com o avanço da sustentabilidade na construção civil, dividiu-se a ideia em três linhas de pensamento: social, econômica e ambiental. A questão social que condiz com a sociedade e as dificuldades enfrentadas por empresas e trabalhadores que lutam contra a informalidade. A questão econômica que se aplica não somente a construção civil mas ao Brasil como um todo, desde investimentos na área à acessibilidade e eficiência das cidades. E a parte ambiental é onde compreende principalmente os avanços de pesquisas e tecnologias que promovam a sustentabilidade do meio ambiente (TELLO, 2012).

Gauzin- Müller (2010) afirma que a sustentabilidade é influenciada diretamente pelos materiais utilizados, os quais agregam conforto e bem-estar aos habitantes do interior de uma construção. Uma boa composição e planejamento do canteiro de obras evita acidentes aos seus trabalhadores e efeito indesejáveis aos ocupantes de edificações vizinhas. Uma alternativa afim de promover a qualidade do trabalho das empresas é deslocar o serviço do canteiro de obras para as indústrias, onde em ambiente controlado é possível trabalhar com um maior controle de qualidade, como em estruturas pré-fabricadas, antes confeccionadas in loco. Os resíduos gerados no canteiro de obra são responsáveis por cerca de 1% a 8% do custo total da obra.

Embora há inúmeras vantagens do crescimento econômico para o país, Souza (2005) aborda a geração de resíduos como uma variável prejudicial ao desenvolvimento, pois é comum encontrar detritos oriundos de construções em locais inadequados, prejudicando a imagem e a natureza destes. Se comparado ao setor automobilístico, a construção civil gera de 100 a 200 vezes mais entulho, dados estes que ressaltam ainda mais a importância da escolha dos materiais que serão empregados nas novas construções.

Segundo Bertolini (2010) o concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil e um dos mais importantes, pertinente ao seu baixo custo de produção. O uso de pré-moldados alavanca a construção civil de fábricas e espaços comerciais, dado pela sua elevada eficiência na produção de peças pré-moldadas (GAUZIN-MÜLLER, 2010). O uso dos pré-moldados resulta em um melhor controle da obra com menos desperdícios e imprevistos, tanto no projeto arquitetônico como nos

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

demais projetos (ABCP; ABESC; IBTS, 2008).

Já Sabbatini (2003) ressalta a importância da alvenaria estrutural no Brasil como um dos métodos construtivos mais apropriados por questões socioeconômicas. Segundo o autor, processos mais industrializados tendem a sofrer resistência de seu emprego. A alvenaria parcialmente armada é uma das mais utilizadas no método construtivo, onde se utiliza o aço com o intuito de auxiliar no processo construtivo e não com aproveitamento estrutural.

REVISÃO DA LITERATURA

Júnior (2004) define racionalização construtiva como uma otimização de bens durante a execução de um projeto à sua concepção final, tornando o investimento oportuno. Racionalizar é transformar o material utilizado no objeto final de forma apropriada lidando com as necessidades encontradas de forma criativa e eficiente (BARROS, 1996).

Alvenaria estrutural

Alvenaria é a união de blocos unidos em suas faces por argamassa, resultando em uma unidade vertical de estrutura firme (TAUIL; NESSE, 2010). A norma NBR 8798 (ABNT, 1985, p. 2) define a alvenaria estrutural como “estruturas de alvenaria nas quais as armaduras têm finalidade construtiva e de amarração, não sendo estas consideradas na absorção dos esforços calculados.”

A alvenaria estrutural suporta toda a carga da edificação distribuindo a mesma na fundação e pode ser chamada de alvenaria portante. Pode ou não receber o grauteamento, que é a utilização do graute e aço em locais mais solicitados da edificação, geralmente utilizado ao lado de grandes vãos afim de melhorar a amarração de blocos, também é utilizado em vergas, contravergas e cintas (TAUIL; NESSE, 2010).

Mohamad et al. (2015) enfatiza a importância do planejamento nos projetos em alvenaria estrutural, inclusive considerando soluções para possíveis imprevistos encontrados no decorrer da concepção da construção. Explica que é de suma importância as especificações técnicas do projeto para garantir uma qualidade final à obra e reduzir custos com os materiais.

Quando comparado à edificações tradicionais, a alvenaria estrutural pode gerar uma economia de 25% a 30% em até quatro pavimentos, já em edificações maiores, como de 18 pavimentos, essa economia é reduzida para 4 a 6% do montante (MOHAMAD et al., 2015). Já o desempenho térmico, de acordo com Melo (2007), vai depender do conjunto que é composto a edificação, onde a inclusão de brises por exemplo pode melhorar o desempenho. Em 1970 surgiram as primeiras normas que regulamentam o desempenho térmico e a eficiência das edificações, e muitos países desenvolveram legislações próprias para regulamentar o conforto térmico no interior das habitações.

Nos blocos o desempenho térmico está ligado à sua inércia térmica, que se relaciona com a massa da parede do bloco e com o calor específico dos seus constituintes. A acústica dos blocos é diretamente proporcional a densidade das paredes, embora a acústica esteja relacionada com a qualidade da execução da obra, considerando a premissa que os blocos devem estar alinhados com assentamento uniforme, sem frestas e sem falhas nos blocos, então a acústica do ambiente terá um melhor desempenho (THOMAZ; HELENE, 2000). A Figura 1 expõe parâmetros de características de paredes em alvenaria composta por blocos vazados.

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

Figura 1 - Características térmicas e acústicas de paredes

Tipo de bloco	Largura do bloco (cm)	Características da parede			
		Largura (cm)	Massa (Kg/m ²)	Resist. térmica (m ² .°C / W)	I _a (dBA)
	9	9	90	*	*
		12	130	0,22	42
	14	17	180	0,30	*
	9	9	130	*	*
		12	170	0,11	42
	14	17	215	*	46
	14	14	120	0,31	36
		17	160	*	40
	14	14	175	0,16	44
		17	215	*	*

Fonte: Thomaz; Helene (2000)

Pré-moldado em concreto armado

De acordo com a NBR 9062 (ABNT, 2001), pré-moldados são elementos fabricados em ambiente controlado com posterior fixação em seu local de uso definitivo. Pode ser executado em fábricas ou no canteiro de obra, mas sempre com rigoroso controle de qualidade. A maior utilização do pré-moldado na construção civil está relacionada com a evolução industrial e social do Brasil, e não se relaciona a uma baixa no número de trabalhadores da construção, pois demanda mais deles na confecção equipamentos e promove uma valorização da mão de obra do ramo.

São confeccionadas diversos tipos de pré-moldados para a venda, mas os mais utilizados são pilares, vigas, lajes e painéis. Os pilares costumam ter seção transversal de pelo menos 300mm com o intuito de garantir uma melhor resistência ao fogo. As vigas possuem seções mais usuais em "I", "T" e "shed", e quando usadas com protensão podem garantir vãos entre pilares de maior amplitude. As lajes são capazes de resistir a esforços de flexão e cisalhamento, e são dimensionadas conforme os vãos e para resistir ao manuseio até findado a sua montagem in loco, bem como a resistência ao fogo assim como as demais peças pré-moldadas. E os painéis pré-moldados são dimensionados em comprimento de acordo com a necessidade, e sua espessura conforme a capacidade estrutural, desempenho acústico e resistência ao fogo (VAN ACKER, 2002).

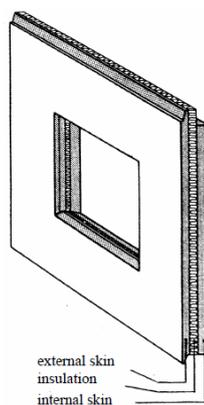
A NBR 9062 (ABNT, 1985) informa que o projeto em pré-moldado deve contar com pontos especificados onde será realizado o içamento das peças e pode ainda ser necessário o uso de escoras provisórias, porém estas não devem comprometer a continuidade da obra. Executar uma obra com pré-moldados requer um profundo aprendizado, pois uma incorreta execução pode ocasionar danos as peças como trincas (GUERRIN; LAVAU, 2002).

O uso de painéis sanduiches melhoram o desempenho térmico dos pré-moldados, onde no meio

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

das paredes é acrescentado o isolante térmico, assim como pode ser observado na Figura 2, embora mais empregado em paredes com função estrutural (VAN ACKER, 2002).

Figura 2 - Painel sanduiche utilizado em fachada arquitetônica



Fonte: Van Acker (2002)

Orçamentação

Grande parte do orçamento se resume no montante total obtido com os custos de materiais, mão de obra, e equipamentos imprescindíveis a conclusão da obra. O orçamento de obras públicas, por exemplo, onde é feito licitações, tem necessidade de um maior aprofundamento, com composições de todos os custos (CARBONERO, 2010). Para Taves (2014), é necessário um planejamento prudente de todas as necessidades para findar a obra, e o orçamento varia conforme a usabilidade da edificação.

Depois de conversar com o cliente é possível confeccionar um orçamento de acordo com as etapas características à esta execução. Cada projeto segue um padrão único, e quanto mais completo e detalhado o orçamento, melhor o seu grau de precisão (XAVIER, 2008). Para findar o orçamento é necessário a computação de impostos e lucros, afim de determinar o valor de venda (MATTOS, 2006).

MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa apresenta um estudo de caso onde foi analisado os custos e prós e contras de um projeto em pré-moldado e de um projeto em alvenaria estrutural o mais parecido possível com o projeto original. O intuito é oferecer uma leitura de fácil compreensão que promova a ideia de sustentabilidade obtida em ambos os métodos construtivos.

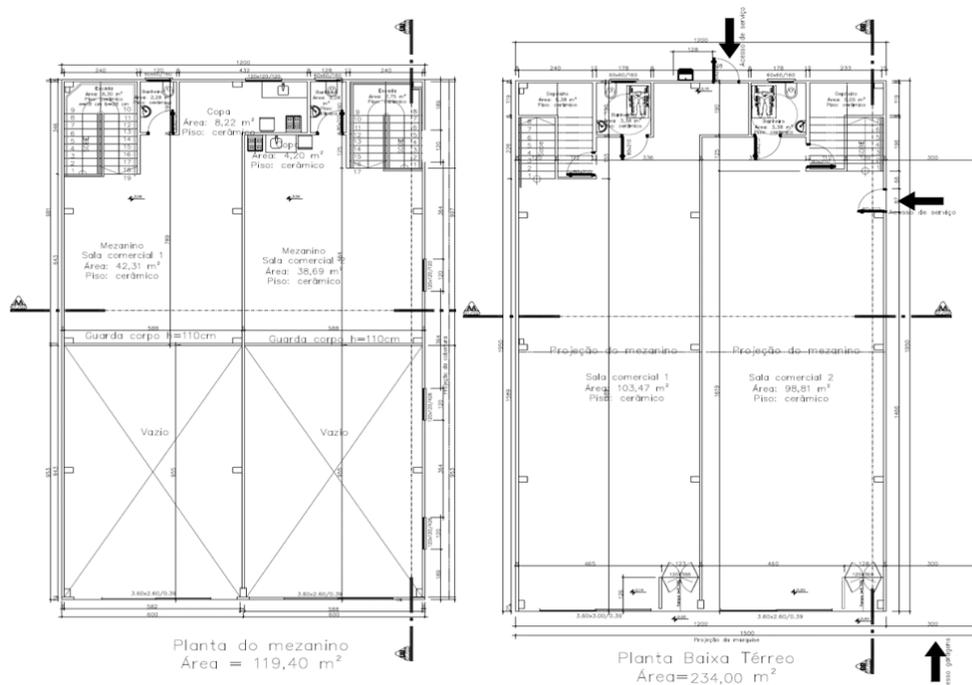
A pesquisa quantitativa almeja encontrar uma gerência sobre os dados analisados, promovendo ambiente ideais. Algumas variáveis podem ser dispensáveis à conclusão da pesquisa (GÜNTHER, 2006).

O projeto de estudo é feito originalmente em pré-moldado aplicado a cidade de Ijuí-RS e após algumas adequações necessárias para manter a maior similaridade entre o projeto confeccionado em alvenaria estrutural. As diretrizes quanto ao dimensionamento estrutural foram utilizadas do

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

projeto original, bem como os dados de dimensionamento dos elementos dos projetos hidrossanitário e elétrico, os quais foram adaptados ao novo método construtivo de acordo com restrições construtivas dadas pelos mesmos. O projeto em pré-moldado adaptado, que deu origem ao projeto em alvenaria estrutural se encontra na Figura 3 e o projeto em alvenaria estrutural na Figura 4.

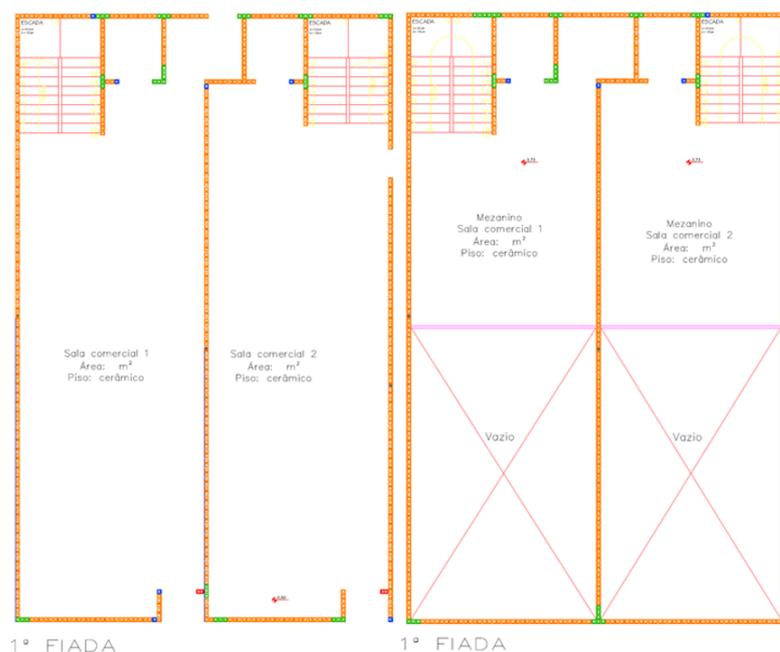
Figura 3 - Planta baixa projeto original em concreto pré-moldado



Fonte: Adaptado de MCW arquitetura, construções e incorporações (2019)

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

Figura 4 - Plantas baixas sem escala adaptadas para o método construtivo de alvenaria estrutural



Fonte: Autoria própria (2019)

Com a conclusão dos projetos em pré-moldado e em alvenaria estrutural (arquitetônico, elétrico, hidrossanitário de água fria e esgoto e elétrico), foi possível planejar as etapas da obra. As etapas podem ser divididas em três tipos: serviços e quantidades iguais, serviços diferentes e serviços iguais e quantidades diferentes, representado no Quadro 1.

Quadro 1 - Comparativo entre serviços

TIPO DE SERVIÇO	ETAPA
Serviços iguais e quantidades iguais	Serviços preliminares
	Serviços finais
Serviços diferentes	Estrutura
	Revestimentos
Serviços iguais/quantidades diferentes	Coberturas e Proteções
	Esquadrias
	Pintura
	Pavimentação
	Instalações e aparelhos

Fonte: Autoria própria (2019)

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

RESULTADOS

Os orçamentos costumam ser feitos em duas formas diferentes: orçamento com banco de dados próprio, onde a empresa já possui dados anteriores de suas obras de onde é possível elaborar o mesmo de acordo com os preços encontrados naquela região; e orçamento com base no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), onde é disponibilizado custos para cada estado brasileiro. Para a presente pesquisa foi optado por utilizar o SINAPI de maio de 2019, do estado do Rio Grande do Sul. A região de estudo se encontra no noroeste do estado, o que pode vir a aumentar o grau de incerteza do mesmo, devido a pesquisa de preço do SINAPI ser feita na capital do estado, Porto Alegre. Considerando a porcentagem média dos quartis do BDI através do acordão do TCU, e ISSQN de 2% (Ijuí-RS), encontrou-se o BDI de 22,23%.

Sistema construtivo em pré-moldado

Após as alterações do projeto em pré-moldado se deu início a sua fase de elaboração de quantitativos e orçamentação. Para a estrutura foi considerado o tamanho de pilares e vigas do projeto original, sendo pilares de seção 20x30cm, vigas com e sem apoio em laje de seção 15x40cm, pré-laje treliçada de 4cm de concreto, totalizando 12cm de espessura e painéis de 10cm de espessura. O resultado do orçamento se encontra na Tabela 1.

Tabela 1- Orçamento resumo pré-moldado

Etapa/ Método	CUSTO SEM BDI	%
Serviços preliminares	R\$ 11.191,41	2,76%
Estrutura	R\$ 148.834,49	36,66%
Esquadrias	R\$ 30.246,82	7,45%
Coberturas e Proteções	R\$ 63.799,74	15,71%
Revestimentos	R\$ 65.287,82	16,08%
Pintura	R\$ 16.192,00	3,99%
Pavimentação	R\$ 33.665,69	8,29%
Instalações e aparelhos	R\$ 36.592,47	9,01%
Serviços finais	R\$ 191,52	0,05%
TOTAL	R\$ 406.001,96	100,00%

Fonte: Autoria própria (2019)

Sistema construtivo em alvenaria estrutural

Para a elaboração do projeto em alvenaria estrutural foi optado por blocos cerâmicos da família 29 de 14cm de largura, onde o bloco padrão desta é de dimensões 14cmx19cmx29cm, os compensadores foram bloco e meio (14cmx19cmx44cm), especial 24 (14cmx19cmx24cm) e meio bloco (14cmx19cmx14cm). A composição do SINAPI considera apenas blocos padrões e meio bloco compensador e como no projeto foram utilizados os demais blocos, optou-se pela confecção de quantitativos para cada levante de parede, alterando a composição já existente conforme o levante de cada parede, concluído as demais etapas do orçamento. Pode-se encontrar o resultado encontrado na Tabela 2.

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

Tabela 2 - Orçamento resumo da alvenaria estrutural

Etapa/ Método	CUSTO SEM BDI	%
Serviços preliminares	R\$ 11.191,41	2,85%
Estrutura	R\$ 89.738,68	22,82%
Esquadrias	R\$ 30.733,24	7,81%
Coberturas e Proteções	R\$ 63.678,51	16,19%
Revestimentos	R\$ 98.333,33	25,00%
Pintura	R\$ 15.463,44	3,93%
Pavimentação	R\$ 34.123,92	8,68%
Instalações e aparelhos	R\$ 49.873,67	12,68%
Serviços finais	R\$ 191,52	0,05%
TOTAL	R\$ 393.327,72	100,00%

Fonte: Autoria própria (2019)

Comparação dos custos

Ao comparar os resultados obteve-se a Tabela 3. É possível observar que a maior diferença nos orçamentos ocorre nas etapas de estrutura e revestimentos, pois é a principal diferença construtiva entre os métodos analisados. A alvenaria estrutural dispensa o uso de pilares e vigas, porém utiliza revestimento de chapisco e massa única, que nos pré-moldados podem ser dispensados, pois as peças já possuem um bom acabamento superficial.

Tabela 3 - Comparativo entre os orçamentos

Etapa/ Método	Alvenaria estrutural	Pré-moldado
Serviços preliminares	R\$ 11.191,41	R\$ 11.191,41
Estrutura	R\$ 89.738,68	R\$ 148.834,49
Esquadrias	R\$ 30.733,24	R\$ 30.246,82
Coberturas e Proteções	R\$ 63.678,51	R\$ 63.799,74
Revestimentos	R\$ 98.333,33	R\$ 65.287,82
Pintura	R\$ 15.463,44	R\$ 16.192,00
Pavimentação	R\$ 22.718,19	R\$ 18.891,85
Instalações e aparelhos	R\$ 49.873,67	R\$ 36.592,47
Serviços finais	R\$ 191,52	R\$ 191,52
Custo Final SEM BDI	R\$ 381.921,99	R\$ 391.228,12
Custo Final COM BDI	R\$ 466.808,60	478.183,13

Fonte: Autoria própria (2019)

De modo geral, eliminando a pintura neste primeiro momento, ao somar a parte de estrutura e o chapisco e massa única do revestimento na alvenaria estrutural, e considerando apenas a parte de estrutura do pré-moldado, a alvenaria estrutural possui o orçamento de R\$ 123.071,83 e o pré-

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

moldado R\$ 148.834,49. O detalhe dos custos de estrutura e revestimento encontram-se na Figura 5 para o pré-moldado e Figura 6 para a alvenaria estrutural.

Figura 5 - Custo de estrutura e revestimento para pré-moldado

ITEM		SERVIÇO	Unid.	Custo Unitário	Custo Total	
2	2.1	Pilar 30x20	m³	2.184,45	R\$ 2.207,82	
	2.2	Viga 15x40 sem apoio de laje	m³	1.298,40	R\$ 3.869,23	
	2.3	Viga 15x40 com apoio de laje	m³	1.738,49	R\$ 17.802,14	
	2.4	Pré-laje treliçada de 4cm de concreto h=12	m³	1657,71	R\$ 40.116,53	
	2.5	Painél de fechamento 10cm	m³	1104,10	R\$ 71.159,25	
	2.6	Escada	m³	4.026,00	R\$ 5.122,36	
	2.7	Guarda corpo	m	R\$ 727,65	R\$ 8.557,16	
	CUSTO TOTAL DO ÍTEM					R\$ 148.834,49
5	5.1 Revestimento	5.1.1	Gesso	m²	28,89	R\$ 23.148,61
		SUBTOTAL				R\$ 23.148,61
	5.2 Azulejos	5.2.1	Azulejo Branco	m²	R\$ 29,37	R\$ 4.190,78
		5.2.2	Cerâmica saguão	m²	R\$ 50,86	R\$ 15.039,81
		5.2.3	limpeza de piso cerâmico	m²	R\$ 1,68	R\$ 736,51
		5.2.4	Argamassa colante para cerâmica	m²	R\$ 22,46	R\$ 9.846,46
		SUBTOTAL				R\$ 29.813,56
	5.3 Forros	5.3.1	gesso	m²	R\$ 40,75	R\$ 12.325,65
		SUBTOTAL				R\$ 12.325,65
	CUSTO TOTAL DO ÍTEM					R\$ 65.287,82

Fonte: Autoria própria (2019)

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

Figura 6 - Custo de estrutura e revestimento para alvenaria estrutural

ITEM		SERVIÇO	Unid.	Quant.	Custo Unitário	Custo Total		
2	2.1	paredes da composição	m ²	1,00	R\$ 34.169,32	R\$ 34.169,32		
	ESTRUTURA	2.2	graute vertical	m ³	2,43	R\$ 635,45	R\$ 1.547,07	
		2.3	graute contraverga	M ³	0,58	R\$ 535,40	R\$ 313,08	
		2.4	graute verga e cinta	m ³	2,39	R\$ 609,86	R\$ 1.457,57	
		2.5	armação vertical	kg	149,80	R\$ 6,40	R\$ 958,73	
		2.6	armação cinta	kg	385,25	R\$ 6,00	R\$ 2.311,48	
		2.7	armação verga e contraverga	kg	26,74	R\$ 7,43	R\$ 198,67	
		2.8	laje pré moldada com tavela	m ²	308,06	R\$ 111,34	R\$ 34.299,18	
		2.9	Escada	m ²	2,56	R\$ 2.388,77	R\$ 6.122,90	
		2.10	Guarda corpo	m	11,49	R\$ 727,65	R\$ 8.360,70	
		CUSTO TOTAL DO ÍTEM						R\$ 89.738,68
5	5.1	Revestimentos	5.1.1	chapisco	m ²	65,63	R\$ 370,97	R\$ 24.345,83
			5.1.2	massa única	m ³	23,71	R\$ 379,06	R\$ 8.987,32
			5.1.3	Gesso	m ²	797,88	R\$ 28,89	R\$ 23.050,63
		SUBTOTAL						R\$ 56.383,78
	5.2	Azulejos	5.2.1	Azulejo Branco	m ²	149,39	R\$ 29,37	R\$ 4.387,72
			5.2.2	cerâmica saguão	m ²	285,36	R\$ 50,86	R\$ 14.513,41
			5.2.3	limpeza de piso cerâmico	m ²	434,75	R\$ 1,68	R\$ 730,39
			5.2.4	Argamassa colante para cerâmica	m ²	434,75	R\$ 22,46	R\$ 9.764,59
			SUBTOTAL					
	5.3	Forros	5.3.1	gesso	m ²	308,06	R\$ 40,75	R\$ 12.553,45
			SUBTOTAL					
	CUSTO TOTAL DO ÍTEM						R\$ 98.333,33	

Fonte: Autoria própria (2019)

O acabamento inferior das lajes pré-moldadas é liso, então é possível fazer a substituição do forro de gesso por apenas pintura da laje, onde se obteria uma economia de R\$ 8.928,91. Quando comparado com o gesso, a pintura é 27,56% mais econômica, e pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Comparativo de forro pintado e forro de gesso para o pré-moldado

ITEM	SERVIÇO		Unid.	CÓDIGO	Quant.	Custo Unitário	Custo Total
5.3	Forros	5.3.1	Pintura	m ²	88487	R\$ 9,80	R\$ 2.964,21
		5.3.2	Duas demãos de Selador acrílico	m ²	88412	R\$ 1,43	R\$ 432,53
		SUBTOTAL					
5.3	Forros	5.3.1	Gesso	m ²	96109	R\$ 40,75	R\$ 12.325,65
		SUBTOTAL					

Fonte: Autoria própria (2019)

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

Essa alteração traz consigo alterações no resultado final do orçamento, que passa a ser de R\$ 485.327,16, com a inclusão do BDI, como pode ser observado na Tabela 4. A diferença entre os orçamentos dos projetos passa a ser menor, a alvenaria estrutural continua apresentando um orçamento menor, mas agora com uma diferença de apenas R\$ 4.577,78. A diferença entre os orçamentos é de cerca de 3%.

Tabela 4 - Resumo de orçamentos com a substituição por pintura de forro

Etapa/ Método	Alvenaria estrutural	Pré-moldado
Serviços preliminares	R\$ 11.191,41	R\$ 11.191,41
Estrutura	R\$ 89.738,68	R\$ 148.834,49
Esquadrias	R\$ 30.733,24	R\$ 30.246,82
Coberturas e Proteções	R\$ 63.678,51	R\$ 63.799,74
Revestimentos	R\$ 98.333,33	R\$ 56.358,91
Pintura	R\$ 15.463,44	R\$ 16.192,00
Pavimentação	R\$ 34.123,92	R\$ 33.665,69
Instalações e aparelhos	R\$ 49.873,67	R\$ 36.592,47
Serviços finais	R\$ 191,52	R\$ 191,52
Custo Final SEM BDI	R\$ 393.327,72	R\$ 397.073,05
Custo Final COM BDI	R\$ 480.749,38	R\$ 485.327,16

Fonte: Autoria própria (2019)

CURVA ABC DAS ETAPAS ANALISADAS

Através da comparação dos orçamentos é possível elaborar a percentagem da significância de cada etapa dos orçamentos, encontrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Percentagem representativa do orçamento dos projetos

Etapa/ Método	Alvenaria estrutural (%)	Pré-moldado (%)
Serviços preliminares	2,93%	2,86%
Estrutura	23,50%	38,04%
Esquadrias	8,05%	7,73%
Coberturas e Proteções	16,67%	16,31%
Revestimentos	25,75%	16,69%
Pintura	4,05%	4,14%
Pavimentação	5,95%	4,83%
Instalações e aparelhos	13,06%	9,35%
Serviços finais	0,05%	0,05%
Total	100,00%	100,00%

Fonte: Autoria própria (2019)

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

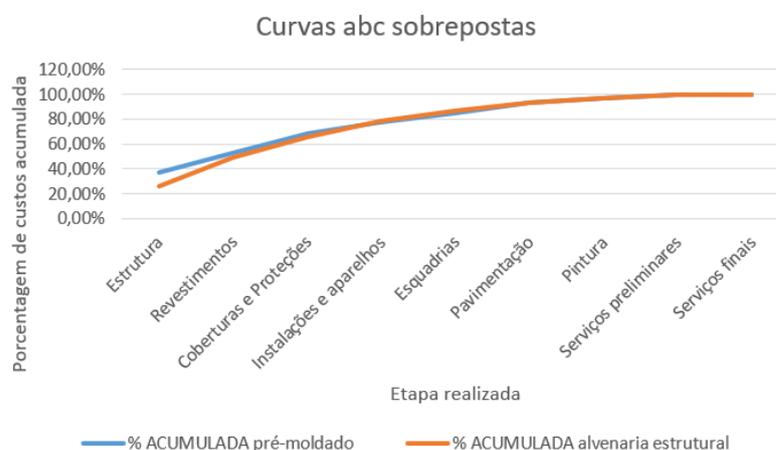
Em ambas as obras, as etapas mais significativas são de estrutura, revestimento e coberturas e proteções. Através dos dados apresentados é possível elaborar a Tabela 6, que dá origem a curva ABC (Figura 8).

Tabela 6 - Tabela da curva ABC

Etapa/ Método	PRÉ-MOLDADO			Etapa/ Método	ALVENARIA ESTUTURAL		
	%	% ACUMULADA	FAIXA		%	% ACUMULADA	FAIXA
Estrutura	36,66%	36,66%	A	Revestimentos	25,00%	25,00%	A
Revestimentos	16,08%	52,74%	A	Estrutura	22,82%	47,82%	A
Coberturas e Proteções	15,71%	68,45%	B	Coberturas e Proteções	16,19%	64,01%	A
Instalações e aparelhos	9,01%	77,47%	B	Instalações e aparelhos	12,68%	76,69%	B
Esquadrias	8,29%	85,76%	B	Esquadrias	8,68%	85,36%	B
Pavimentação	7,45%	93,21%	C	Pavimentação	7,81%	93,17%	C
Pintura	3,99%	97,20%	C	Pintura	3,93%	97,11%	C
Serviços preliminares	2,76%	99,95%	C	Serviços preliminares	2,85%	99,95%	C
Serviços finais	0,05%	100,00%	C	Serviços finais	0,05%	100,00%	C
Total	100%				100%		

Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 8- Curva ABC de ambos os sistemas construtivos



Fonte: Autoria própria (2019)

Análise do custo benefício

A escolha entre os métodos construtivos deve considerar as vantagens e desvantagens de cada sistema, pois embora se obtenha um melhor desempenho termoacústico na alvenaria estrutural, o pré-moldado é de mais fácil e rápida execução. É preciso analisar os prós e contras de cada sistema e ver qual se encaixa melhor conforme as necessidades de seus futuros usuários.

Ambas as obras contribuem com a ideia de racionalidade, e promovem uma obra limpa e com menos desperdícios quando comparado ao método construtivo tradicional de concreto armado e

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

alvenaria. Embora, de acordo com Silva (2011) pode haver uma diferença de geração de resíduos três vezes maior para a alvenaria estrutural quando comparada ao pré-moldado, este custo com entulhos não pode ser determinado com precisão durante a elaboração do orçamento.

Ressalta-se que a vantagem econômica da alvenaria estrutural é inversamente proporcional a altura de sua edificação, quanto maior o número de pavimentos da obra, menor a economia. Para a elaboração do projeto em alvenaria estrutural de estudo foram considerados blocos de 7MPa, que são indicados para investimentos de até quatro pavimentos. Ao aumentar a resistência dos blocos estruturais aumenta-se o custo dos mesmos.

CONCLUSÃO

O objetivo central da pesquisa é expor brevemente os benefícios do emprego de métodos racionalizados, prezando pelo planejamento e diminuição de entulhos gerados nas obras tradicionais. Contudo para a escolha de um dos sistemas, um dos fatores imprescindíveis é o custo de execução.

A alvenaria estrutural representa, no caso em estudo, uma economia de 3%, o que é considerando uma margem pequena devido a amplitude do investimento. Não foram considerados os gastos com perdas na execução da edificação, nem com problemas relacionados a intempéries que podem provocar atrasos, principalmente na alvenaria estrutural, pois a sua execução é mais demorada que a do pré-moldado. A diferença entre os orçamentos pode ser facilmente suprida também pelo grau de imprecisão do orçamento, pois como é de conhecimento, um orçamento nunca é extremamente exato.

Algumas etapas obtiveram orçamentos muito semelhantes ou até mesmo iguais em ambos os métodos construtivos. Os projetos de fundações de canalizações pluviais foram dispensados, pois seriam muito semelhantes e o objetivo do trabalho não era encontrar o valor final preciso à cada investimento, mas sim a diferença entre seus orçamentos.

Para a escolha de um dos métodos construtivos é necessário considerar possíveis alterações do orçamento, principalmente dadas pela localização do empreendimento, uma vez que são considerados valores obtidos no SINAPI para a capital do estado do Rio Grande do Sul. Deve ser considerado também os benefícios dos métodos construtivos e o emprego da edificação, pois embora a alvenaria estrutural tenha um orçamento de menor custo, ela possui maior tendência a sofrer alterações nos quantitativos.

A alvenaria apresenta um melhor desempenho quanto ao conforto dos ocupantes da edificação, porém, é uma edificação comercial, onde muitas vezes se tem urgência na conclusão do empreendimento, neste quesito o pré-moldado apresenta uma melhor desenvoltura. Cabe portando ao responsável pela obra analisar as necessidades da mesmas e verificar, dentre as exposições, qual o método que melhor se adapta as exigências do cliente, expondo ao mesmo e considerando a sua opinião e escolha.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8798: Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 1985. 15 p.

_____. NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2001. 36 p.

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM - ABESC; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS - IBTS. Parede de concreto: coletânea de ativos. São Paulo: Comunidade da Construção, 2008.
- BERTOLINI, Luca. Materiais de construção: Patologia/reabilitação/prevenção. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. Arquitetura Ecológica. São Paulo: Senac, 2010.
- GUERRIN, A.; LAVAU, Roger C. Tratado de concreto armado: Estruturas de residências e indústrias, lajes, escadas, balanços, construções diversas. 3. ed. [S.]: Hermus, 2002.
- LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto Casado. Execução e inspeção de alvenaria racionalizada. 3. ed. São Paulo: Tuta Melo, 2004.
- MELO, Ana Paula. Análise da Influência da transmitância térmica no consumo de energia de edificações comerciais. 2007. 111f. Monografia (Especialização em engenharia civil). Universidade Federal de Santa Catarina. 2007.
- MOHAMAD, Gihad; RIZZATI, Eduardo; ROMAN, Humberto Ramos. Propriedades da alvenaria estrutural e de seus componentes. In: MOHAMAD, Gihad (Org.). Construções em Alvenaria Estrutural: Materiais, projeto e desempenho. São Paulo: Blucher, 2015.
- SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. Como reduzir perdas nos canteiros: manual de gestão de consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Pini, 2005.
- TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. Alvenaria estrutural. São Paulo: Pini, 2010.
- TELLO, Rafael. Guia CBIC de Boas Práticas em Sustentabilidade na Indústria da Construção. Brasília: Cbic, 2012.
- THOMAZ, Ercio; HELENE, Paulo. Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de vedação em edifícios. 34 f. Boletim técnico da escola politécnica da USP (Departamento de engenharia de construção civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- VAN ACKER, A. Manual de Sistemas Pré-fabricados de Concreto. FIP 2002 São Paulo: ABCIC, 2003. Tradução de: Marcelo de Araújo Ferreira
- CARBONERO, Georgina. Orçamentos de obras Públicas: Parâmetros de composições do bônus e despesas indireta - BDI, incidentes sobre as despesas diretas e dos encargos sociais e trabalhistas, incidentes sobre a mão de obra, referente as obras da secretaria de estado de obras públicas do Paraná - SEOP PR. 2010. 88 f. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- TAVES, Guilherme Gazzoni. Engenharia de Custos Aplicada à Construção Civil. 2014. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- XAVIER, Ivan Silvio de Lima. Orçamento, planejamento e custos de obras. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Apostila do Curso, 2008.
- MATTOS, Aldo Dórea. Como preparar orçamentos de obras: Dicas para orçamentistas - Estudos de caso - exemplos. São Paulo: Pini, 2006.
- GÜNTHER, Hartmut. Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta É a Questão? In: Universidade de Brasília, 22., 2006, Brasília, Anais... Brasília: Psicologia: Teoria e Pesquisa 9 p.
- SILVA, Paula Juliana Silva da. Alvenaria estrutural e painéis pré-moldados: Estudo comparativo dos sistemas construtivos. 2011. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade

Bioeconomia:
DIVERSIDADE E RIQUEZA PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

SALÃO DO UNIJUI 2019
CONHECIMENTO

21 a 24 de outubro de 2019

XXVII Seminário de Iniciação Científica
XXIV Jornada de Pesquisa
XX Jornada de Extensão
IX Seminário de Inovação e Tecnologia

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.