

FACULDADE DOCTUM
Bruno Tavares Siqueira
Pedro Henriques F. de Araujo

**REAPROVEITAMENTO DE MATERIAIS EM OBRAS QUE UTILIZAM
PAREDES DE CONCRETO**

Juiz de Fora
2020

Bruno Tavares Siqueira
Pedro Henriques F. de Araujo

**REAPROVEITAMENTO DE MATERIAIS EM OBRAS QUE UTILIZAM
PAREDES DE CONCRETO**

**Monografia de Conclusão de Curso,
apresentada ao curso de Engenharia
civil, Faculdade Doctum de Juiz de Fora,
como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia civil.**

Orientador (a): Daniela Santurio

Juiz de Fora
2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus por ter nos dado forças e conhecimento para chegar até aqui, agradecemos aos nossos familiares que de alguma forma contribuíram para nossa formação. Nosso trajeto até aqui foi árduo, mas enfim terminou, agora começaremos uma nova etapa em nossas vidas, levamos de nossa estadia acadêmica os conhecimentos adquiridos graças ao empenho dos professores em nos ensinar, agradecemos também a nossa orientadora Professora Daniela Santurio, por ter nos apoiado e nos orientado nessa etapa final, seu intelecto e empenho em nos ajudar foi de grande importância. O trabalho aqui apresentado tem o objetivo de trazer ao mundo uma visão social de forma que tenha alguma importância, a sensação que temos ao fim de tudo, é de dever cumprido. Nos mostra que, seremos capazes de exercer nossas carreiras de cabeça erguida pois somos capazes para tal.

RESUMO

SIQUEIRA, Bruno Tavares; ARAUJO, Pedro Henriques. **REAPROVEITAMENTO DE MATERIAIS EM OBRAS QUE UTILIZAM PAREDE DE CONCRETO**.58f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia civil). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2020.

Com o déficit habitacional brasileiro elevado, o governo proporciona a população alguns programas unifamiliares como o PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA, de forma a minimizar esse déficit e incentivar as pessoas a terem suas casas próprias, como esse incentivo governamental às construtoras vêm uma oportunidade de empreender. Para acompanhar todo esse processo as empresas começam a buscar alternativas construtivas que sejam rápidas e eficazes de maneira que o produto final seja de qualidade, o estudo em questão busca detalhar o método construtivo parede de concreto, que é utilizado atualmente pelas empresas como método racionalizado e eficiente, logo o tipo de metodologia construtiva pode variar de acordo com a necessidade da empresa. O método utilizado para executar essa pesquisa foi uma revisão bibliográfica para esclarecimento do tema abordado. Um estudo de caso também foi elaborado em uma obra que faz uso dessa metodologia construtiva, o empreendimento em questão conta com prédios de 5 andares tendo oito apartamentos por andar. Após um levantamento detalhado foi possível chegar a resultados que comprovam a viabilidade desta metodologia construtiva. Espera-se que esse estudo tenha alguma importância social na diminuição desse déficit habitacional.

Palavras-chave: Parede de concreto, reaproveitamento de resíduos, gestão de resíduos.

ABSTRACT

SIQUEIRA, Bruno Tavares; ARAUJO, Pedro Henriques. **REUSE OF MATERIALS IN CONCRETE WALL WORKS.**46f. Course Conclusion Monograph (Graduation in Civil Engineering). Doctum College, Juiz de Fora, 2020.

With the high Brazilian housing deficit, the government brings to the population some single-family programs such as the MINHA CASA MINHA VIDA PROGRAM, in order to minimize this deficit and encourage people to have their own homes, as this government incentive to construction companies sees an opportunity to To accompany this whole process, companies start looking for constructive alternatives that are quick and effective so that the final product is of quality, the study in question seeks to detail the concrete wall construction method, which is currently used by companies as a method rationalized and efficient, so the type of constructive methodology can vary according to the company's needs. The method used to perform this research was a literature review to clarify the topic addressed. A case study was also elaborated in a work that makes use of this constructive methodology; the project in question has buildings of 5 floors with eight apartments per floor. After a detailed survey it was possible to arrive at results that prove the viability of this constructive methodology. however, it is hoped that this study will have some social importance in reducing this housing deficit.

Keywords: Concrete wall, waste reuse, waste management

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração do Programa Minha Casa, Minha Vida	13
Figura 2: Sistema construtivo parede de concreto	15
Figura 3: Exemplos de tipologia	17
Figura 4: Fôrmas metálicas.....	20
Figura 5: Fôrmas mistas	20
Figura 6: Fôrma parede de concreto de plástico	21
Figura 7: Armaduras	23
Figura 8: Processo de execução da metodologia parede de concreto	24
Figura 9: Fiada zero.....	25
Figura 10: Marcação das paredes.....	26
Figura 11: Xadrez e linha de algodão	26
Figura 12: Arranque	27
Figura 13: Cantoneira fixada no canto	28
Figura 14: Telas sendo fixadas	28
Figura 15: Espaçadores	29
Figura 16: Instalações elétricas.....	30
Figura 17: Esquadro	31
Figura 18: Concretagem	33
Figura 19: Corte de uma tela(1)	35
Figura 20: Corte de uma tela(2)	35
Figura 21: Telas de aço	36
Figura 22: Projeto arquitetônico	38
Figura 23: Consumo de telas para 1 bloco.....	41
Figura 24: Projeção de perda.....	42
Figura 25: Perda de aço	43
Figura 26: Reaproveitamento do aço in loco	43
Figura 27: Planta com hall	45
Figura 28: Planta sem hall	45
Figura 29: Reservatório da bomba.....	46
Figura 30: Ilustração da tabela 7	46
Figura 31: Ilustração da tabela 8.....	48
Figura 32: Resultados finais.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Detalhamento dos tipos de concreto	18
Tabela 2: Especificações das telas	22
Tabela 3: Gerenciamento do aço das paredes.....	39
Tabela 4: Gerenciamento do aço das lajes	40
Tabela 5: Consumo de telas para o empreendimento	41
Tabela 6: Perda de aço.....	42
Tabela 7: Gasto de concreto.....	46
Tabela 8: Gerenciamento de concreto	47
Tabela 9: Valores obtidos	49
Tabela 10: Total gasto no empreendimento	49
Tabela 11: Resultado final	49

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Resumo do Aço 1	53
Anexo 2: Plano de corte 1	54
Anexo 3: Plano de corte 2.....	55
Anexo 4: Resumo do aço 2.....	56
Anexo 5: Plano de corte 3.....	57
Anexo 6: Plano de corte 4.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ABCP	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND
ABESC	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM
PMCMV	PROGRAMA MINHA CASA, MINHA VIDA
NBR	NORMA BRASILEIRA REGULAMENTADORA

LISTA DE SIMBOLOS

M ²	Metro quadrado
%	Por cento
MPA	Mega Pascoal
m	Metros
cm	Centímetro
kg	Quilograma
M ³	Metro cúbico
cm	Centímetro
R\$	Real

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos específicos	14
1.2 Metodologia	14
1.3 Escopo do trabalho	14
2. METODOLOGIA CONSTRUTIVA PAREDE DE CONCRETO	15
2.1 Características	16
2.2 Insumos (Materiais)	17
2.2.1 Concreto	17
2.2.2 Fôrmas	19
2.2.3 Armação	21
2.3 Etapas Construtivas	23
2.3.1 Condições de início	24
2.3.2 Marcações de paredes	25
2.3.3 Execução das armaduras	27
2.3.4 Instalações elétricas e hidráulicas	30
2.3.5 Processo de montagem das fôrmas	31
2.3.6 Concretagem	32
2.3.7 Processo de desforma	33
2.4 Vantagens e desvantagens da parede de concreto	33
2.5 Desperdícios na parede de concreto	34
2.5.2 Concreto	36
3. ESTUDO DE CASO	37
3.1 Empreendimento	37
3.2 Gerenciamento de aço	38
3.3 Gerenciamento de concreto	44
3.4 Resultados obtidos	48
4. CONCLUSÃO	50

1. INTRODUÇÃO

Os anos que antecederam à crise de 2008-2009 foram positivos no Brasil para as grandes empresas, onde houve aumento de ativos e queda no endividamento (GRUPO DE CONJUNTURA DA FUNDAP, 2009).

A crise econômica em 2008 teve início nos Estados Unidos e logo se espalhou para todo mundo, a principal consequência foi o colapso em meados de setembro do grande banco de investimento de Nova Iorque, o Lehman Brothers, que tinha estado profundamente envolvido na construção dos títulos hipotecários complexos. (Evans, 2009).

No segundo semestre de 2008, grande parte dos setores da economia brasileira ressentiu-se da instabilidade econômica, inclusive a construção civil.

De acordo com um estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), considerando o período entre 2007 e 2017, o Brasil bateu a marca negativa de 7,77 milhões de residências de déficit habitacional.

No estudo, a Fundação Getúlio Vargas (FGV) projetou a quantidade de moradias necessárias nos próximos dez anos para atender a todas as famílias brasileiras em 2027, tendo como base a proporção de uma família por residência e considerando o fluxo da demanda, isto é, a formação de novas famílias no período. Neste cenário, será preciso entregar 12 milhões de novas residências, ou seja, média de 1,2 milhões por ano.

Nesse período o setor acumulou perdas maiores do que o Ibovespa. Com o auxílio de medidas governamentais, o setor se recuperou.

Analisando esse cenário, o governo federal lançou em 2009, O Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) – Figura 1, como uma tentativa de solução para o problema do déficit habitacional no Brasil e com o objetivo de proporcionar ao cidadão brasileiro condições de acesso à moradia própria, tanto em áreas urbanas, quanto rurais.

Segundo o DIEESE (2011), às isenções fiscais sobre materiais de construção, investimentos públicos e os programas de habitação popular foram exemplos de medidas que influenciaram o desempenho no segmento.

Figura 1: Ilustração do Programa Minha Casa, Minha Vida



Fonte: Portal Federativo

Em consonância com o cenário citado, surgem séries de metodologias construtivas para suprir essa demanda, contando com o auxílio da tecnologia para se chegar a métodos que industrializaram ao máximo o processo construtivo. É nesse momento que o sistema parede de concreto ganha destaque por ser considerado um método construtivo padronizado com uma alta capacidade de produção.

Essa metodologia é composta basicamente de um único elemento monolítico moldada in loco, onde são utilizadas formas de estruturas metálicas que após sua montagem são preenchidas por concreto. Como vantagem, considerar que, as instalações elétricas e hidráulicas já postas em suas respectivas posições pedidas em projeto.

Esse sistema construtivo já era usado no Brasil antes da criação do programa Minha Casa, Minha Vida, porém como não existia um incentivo governamental que facilitasse as vendas, as empresas não investiam na construção em grande escala, já que sua demanda de venda não era tão elevada, com isso essa metodologia construtiva não foi para frente no mercado da construção civil no Brasil. (ABCP,2007)

Apesar de ser uma metodologia padronizada, vale destacar as perdas de aço e concreto em sua execução. O aço pode ser considerado como um insumo de grande potencialidade de perda, estando essa perda ligada em muitos casos a um projeto inadequado.

Embasado nesse desperdício, o foco do trabalho será o estudo dos materiais necessários para a concepção da metodologia construtiva, bem como se pretende

ainda mostrar quantitativamente esses materiais e por fim uma análise de custos, através desta será mostrado a possibilidade de reaproveitamento de concreto e aço. Após essa análise será possível verificar a possibilidade de economia financeira no empreendimento.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Detalhar o método construtivo parede de concreto moldada in loco, abrangendo seus elementos construtivos e também propor uma solução viável para o reuso do aço e concreto desperdiçado em sua execução.

1.1.2 Objetivos específicos

- Apresentar o sistema parede de concreto e os materiais;
- Analisar o desperdício de aço e concreto nessa metodologia construtiva;
- Fazer uma análise de custos e mostrar a economia gerada no reaproveitamento desses materiais

1.2 Metodologia

No presente trabalho serão utilizadas duas metodologias de pesquisa: A primeira é uma pesquisa bibliográfica, onde será levantada uma gama de informações a respeito do método construtivo parede de concreto, descrevendo como esse método funciona e quais materiais são necessários para sua concepção.

A segunda metodologia será a abordagem do tema e um estudo de caso de uma obra específica. O foco do estudo é mostrar uma maneira eficaz para o reaproveitamento de aço e concreto que são descartados na execução da obra, bem como a economia gerada através com um gerenciamento desses resíduos

1.3 Escopo do trabalho

A monografia será dividida em quatro partes, são elas:

Capítulo 1

Introdução: será relatado o tema do trabalho em questão, também a problemática da pesquisa e o porquê do estudo, também como os objetivos e escopo do trabalho;

Capítulo 2

Metodologia construtiva parede de concreto: neste capítulo será feito um breve detalhamento da metodologia construtiva parede de concreto a partir de uma revisão bibliográfica em artigos e bibliografia já existentes;

Capítulo 3

O estudo de caso em uma obra que utiliza o método construtivo: será mostrado um levantamento de custo com valores reais para execução da obra;

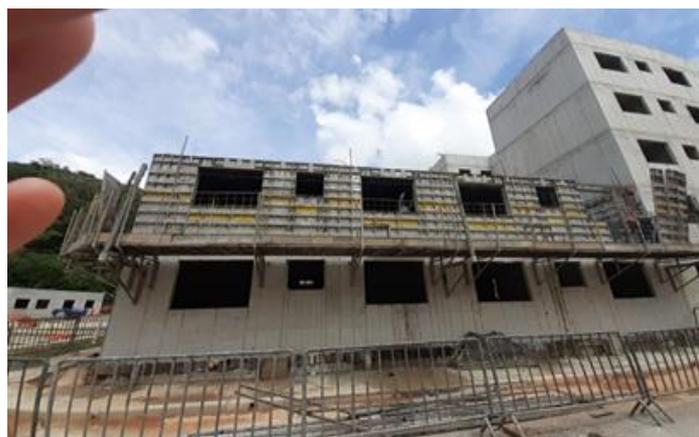
Capítulo 4

Resultados obtidos: será feita uma análise custo com uma gestão dos resíduos desperdiçados, e mostrar a economia obtida a partir de ações tomadas no reaproveitamento do concreto e aço desperdiçado.

2. METODOLOGIA CONSTRUTIVA PAREDE DE CONCRETO

O sistema construtivo parede de concreto é um método que utiliza fôrmas que são montadas no local da obra e depois preenchidas com concreto, já com as instalações hidráulicas e elétricas embutidas. A principal característica do sistema é que a vedação e estrutura constituem um único elemento, conforme figura 2. (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

Figura 2: Sistema construtivo parede de concreto



Fonte: Do autor

Neste capítulo será descrito sobre a metodologia construtiva parede de concreto, descrevendo como essa metodologia construtiva pode ser uma aliada da construção civil, com alto índice de produtividade.

2.1 Características

O sistema de alvenaria convencional que é bastante utilizado para construção de conjuntos habitacionais no Brasil é marcado pelo tempo de execução lento, atividades artesanais que demandam índices de mão-de-obra elevados e onde se predomina o desperdício.

Já o sistema construtivo parede de concreto é totalmente sistematizado, pois é baseado inteiramente em conceitos de industrialização de materiais e equipamentos, mecanização, modulação, controle tecnológico e multifuncionalidade. Por esses fatos a obra se transforma em uma linha de montagem, como na indústria automobilística (ABCP, 2007).

Dessa forma é possível obter um produto homogêneo, independentemente da região do país e da mão de obra a ser empregada, sendo um diferencial para empresas que constroem em vários estados (CICHINELLI, 2009).

Uma das principais características do sistema é a racionalização dos serviços. Os operários são multifuncionais e executam todas as tarefas necessárias como armação, instalações, montagem, concretagem e desforma, outra vantagem também é que o sistema não necessita de mão-de-obra especializada.

Os benefícios do sistema Parede de Concreto são: velocidade de execução, garantia nos prazos de entrega, industrialização do processo, maior qualidade e desempenho técnico, mão-de-obra não especializada e diminuição da mão-de-obra e dos custos indiretos (ABCP, 2007; MISURELLI; MASSUDA, 2009)

No sistema de alvenaria convencional, depois de erguida a casa, as paredes têm de ser quebradas para as instalações hidráulicas e elétricas serem colocadas, porém no sistema parede de concreto as instalações já vêm embutidas, o desperdício de mão-de-obra com estes retrabalhos é eliminado. Esta quebra nas paredes no sistema de alvenaria convencional para serem colocadas as instalações gera desperdício, e esse desperdício se transforma em resíduos (JUSTUS, 2009).

No sistema Parede de Concreto o desperdício é mínimo, em relação à alvenaria convencional, gera 80% menos resíduos (D'AMBROSIO, 2009). A definição da

escolha do método construtivo é uma análise de custos bem criteriosa, que leve em consideração todos os fatores tais como mão-de-obra e tempo de construção com seus encargos.

Este sistema pode ser utilizado em edificações de casas térreas, sobrados, edifícios de até seis pavimentos, edifícios de até nove pavimentos com apenas esforços de compressão, e tendo inclusive exemplos de utilização em edifícios de até 30 pavimentos (Figura 3) (ABCP, 2007).

Figura 3: Exemplos de tipologia



Fonte: HESKETH, 2009

A seguir serão feitos comentários dos tipos de concreto e aço existentes que atendem essa metodologia construtiva e suas características físicas e também será descrito os tipos de fôrmas que estão disponíveis no mercado que podem ser utilizadas.

2.2 Insumos (Materiais)

2.2.1 Concreto

O concreto é a matéria prima principal desse método construtivo. Quatro tipos de concretos são recomendados para essa metodologia construtiva, onde suas características físicas e o preço pago serão apresentadas na tabela 1:

A tabela a seguir descreve os preços praticados desses tipos de concretos segundo a tabela da SINAPI de março de 2020, que é da Caixa Econômica Federal,

disponibilizada para o construtor. Neste portal, o mesmo terá um parâmetro de preços usualmente pago.

Vale ressaltar que essa tabela que a Caixa Econômica Federal disponibiliza é apenas uma base de preços praticados, onde o valor a ser pago pode variar de acordo com a região e empresa prestadora de serviço.

Tabela 1: Detalhamento dos tipos de concreto

TIPO	CONCRETO	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (KG/M³)	RESISTÊNCIA MECÂNICA (MPA)	USO CODIDIANO	PREÇO PAGO NO M³
R1	CELULAR	1500-1600	4	Casa de 2 andares	R\$ 193,00
R2	Agregado leve	1500-1800	20	Tipologias variadas	R\$ 205,00
P	Teor de ar incorporado	1900-2000	6	Casa de 2 andares	R\$ 182,00
R	Alto adensável	2000-2800	20	Tipologias variadas	R\$ 285,77

Fonte: Do autor

Todos os tipos de concretos citados acima são empregados nessa metodologia construtiva, onde os valores pagos estão disponibilizados na tabela da SINAPI logo o tipo de concreto pode variar de acordo com a solicitação em projeto o tipo de forma que será utilizada no empreendimento.

A seguir será descrito as características físicas de cada tipo de concreto e onde eles são usualmente empregados:

- Concreto celular (tipo R1) - Produzido com agregados comuns como, brita, cimento, areia e água. Com o emprego de bolhas de ar, o concreto assume algumas características físicas que garante uma boa capacidade térmica, acústica e uma diminuição de sua massa específica. Usualmente utilizado em obras de até dois andares, quando a solicitação de projeto seja de 4 MPA(ABCP,2007).

- Concreto com ar incorporado (tipo P) - Basicamente com as mesmas características físicas do concreto tipo R1, porém pode chegar às resistências superiores ao celular de até 6 MPA, usualmente empregado em construções de pavimentos térreos (ABCP,2007).
- Concreto de agregados leves de baixa massa específica (tipo R2) - Produzidos com agregados leves que o possibilita ter uma boa capacidade térmica e acústica. Usualmente utilizados em obras com uma solicitação de até 25 MPA (ABCP, 2007).

Concreto auto adensável (tipo R) - Concreto com aplicabilidade em estruturas que necessita rapidez em seu bombeamento, tem uma trabalhabilidade excelente, fator na qual dispensa o uso de vibrador (ABCP, 2007). O concreto auto adensável é uma evolução do concreto tradicional, onde em sua composição foram empregados aditivos que o tornou mais plástico (GOMES, 2009).

Na obra a ser estudada em questão será utilizado o concreto do tipo auto adensável que, apesar de ter um preço elevado, este agrega rapidez de execução e trabalhabilidade necessária ao projeto, além de ser prática rotineira e familiaridade da construtora com a utilização do mesmo.

2.2.2 Fôrmas

Assim como a escolha do tipo de concreto a ser utilizado, o tipo de fôrma a ser utilizado deve ter uma boa eficiência, por esse fato a (ABCP, 2008) disponibiliza dicas para uma boa escolha do tipo de forma que melhor atende às necessidades da tipologia do empreendimento.

Vários fatores são importantes nessa escolha como, peso das peças da fôrma, produção, quantidades e a durabilidade da fôrma, além de ser necessária a definição do material a ser empregado: podem ser metálicas, mista ou plástica.

Jaques (2013) fala que o tipo de forma que será escolhida dependerá do número de concretagens que ela deverá fazer o grau de exigência na qualidade, espessura das paredes e a velocidade de produção desejada.

Nas fôrmas de estruturas metálicas (Figura 4), são empregados painéis geralmente de material aluminoso.

Por ser um material leve e que tem uma boa resistência (ABCP, 2007), tem um custo elevado comparado a outras, mas tem a capacidade de fazer até 1000 concretagens dependendo da maneira que os profissionais envolvidos na montagem.

Figura 4: Fôrmas metálicas



Fonte: Do autor

A ABCP (2017) relata que as fôrmas mistas (Figura 5), são quadros metálicos com chapas de madeirites compensados, onde as placas de madeira fazem contato direto com o concreto e tem uma vida útil reduzida em relação às metálicas, podem realizar apenas 30 concretagens.

Figura 5: Fôrmas mistas



Fonte: Armazém da madeira, disponível em

<https://www.armazemdamadeira.com/madeira-certa-para-suas-formas-de-concreto-caixaria>

Já Macedo (2016) relata que as formas de estrutura plástica (Figura 6), possuem suas peças plásticas de material reciclável onde são necessários fazer uma contraventamento em estrutura de material metálico de baixa densidade que dá a

estrutura uma certa leveza, porém por outro lado tem uma vida útil reduzida, por esse fato, as formas com esse tipo de material não são comumente empregadas.

Figura 6: Fôrma parede de concreto de plástico



Fonte: Metro modular, disponível em <http://metromodular.com.br/forma-plastica-concreto>

No estudo de caso em questão foram utilizadas as formas de estrutura metálica, por ter uma vantagem de ser utilizada em até 1000 concretagens a empresa optou em utilizá-la, em contrapartida por possuir um material de um liga leve e resistente seu custo benefício é elevado comparado a outras, por não ter uma vida útil prolongada.

2.2.3 Armação

A ABCP (2018) diz que as telas utilizadas no processo construtivo são soldadas por e posicionadas verticalmente nas paredes, com a função de resistir aos esforços que são submetidas, sendo eles de tração e torção, também tem como função ter um certo controle sobre a retração que o concreto sofre, nas telas são fixadas toda parte elétrica, hidráulica e gás.

Reforços são necessários nas vergas (vergalhões) e contra vergas, para combater trincas que podem surgir após a cura do concreto, provenientes de esforços de tração que a estrutura sofre. Os dois tipos de armadura (Figura 05), barras retas e as telas devem seguir as normas estipuladas pela ABNT 7481:1990 (Tela de aço soldada).

Em relação às telas soldadas, para esta metodologia existem diferentes tipos de telas, para diferenciá-las umas das outras cada uma tem um nome específico, pois

possuem características diferentes, fica a cargo do projetista dizer que tipo de tela deve ser empregado baseado no projeto estrutural.

Para maiores esclarecimentos a tabela 2 a seguir, tem por principal objetivo, esclarecer melhor as peculiaridades de cada tela e o valor praticado nos mercados segundo a SINAPI.

Tabela 2: Especificações das telas

TIPO DE TELA	ESPAÇAMENTO ENTRE FIOS	DIAMETRO	DIMENSOES	KG/M ²	KG/PEÇA	PREÇO SINAPI
Q92	15X15	4,2	2,45X6,00	1,48	21,8	R\$ 150,23
Q138	10X10	4,2	2,45X6,00	2,2	32,3	R\$ 223,58
Q196	10X10	5	2,45X6,00	3,11	45,7	R\$ 302,08

Fonte: Do autor

As telas disponíveis no mercado são do tipo nervurada, sua armadura é pré-fabricada constituída de aço CA 60, possui alta resistência mecânica por serem soldadas em todos seus encontros, formando uma malha uniforme quadrada ou retangular.

Seus fios apresentam um ótimo resultado ao limite de escoamento onde usualmente são soldadas por um processo de ponto a ponto onde não a nenhuma adição de outro material ligante.

Figura 7: Armaduras



Fonte: Do autor

Interfere no valor de mercado das telas, principalmente por possuírem diferentes bitolas e espaçamento mesmo com essa variação de telas para executar o método construtivo, só será abordado nesse trabalho o reaproveitamento das telas Q92 e Q138.

2.3 Etapas Construtivas

As etapas construtivas são descritas por Pimenta (2007), onde ele descreve o passo a passo dessa metodologia construtiva como na figura 8:

É importante que essas etapas sejam cumpridas, pois elas descrevem com clareza o passo a passo da logística dessa metodologia.

Figura 9: Fiada zero



Fonte: Do autor

O início do processo é uma das partes importantes do processo, uma vez que a montagem da fôrma começa acontecer e a estrutura está de pé, um retrabalho pode comprometer a integridade estrutural do edifício.

2.3.2 Marcações de paredes

As marcações das paredes são de fundamental importância para o total sucesso da superestrutura, é na marcação que o responsável direto tem certeza que as dimensões estão de acordo com o projeto estrutural e de forma.

A ABCP (2007) diz que, a marcação deve ser realizada no lajão, que é o piso nível zero, responsável por suportar todo peso da estrutura. É nessa laje que as partes internas e externas das paredes marcadas no piso servirão de referência para a montagem da forma, a fim de evitar que os montadores executem de forma que as dimensões dos cômodos sigam as dimensões estipuladas em projeto como mostra a figura 10:

Figura 10: Marcação das paredes



Fonte: Do Autor

As marcações das paredes são executadas com pó xadrez e uma linha de algodão (figura 11). Após fazer as marcações das paredes, os espaçadores são fixados na laje com uma pistola a gás ou elétrica, com a função de fazer a separação das placas, impossibilitando que elas se movam no momento da concretagem.

Figura 11: Xadrez e linha de algodão



Fonte: Do autor

As marcações devem sempre ser executadas e conferidas antes da montagem das formas, essa marcação auxilia o montador no momento da montagem, pois

mostra a ele as dimensões a serem respeitadas. Após essa etapa concluída, a obra estará pronta para iniciar o processo de montagem das fôrmas.

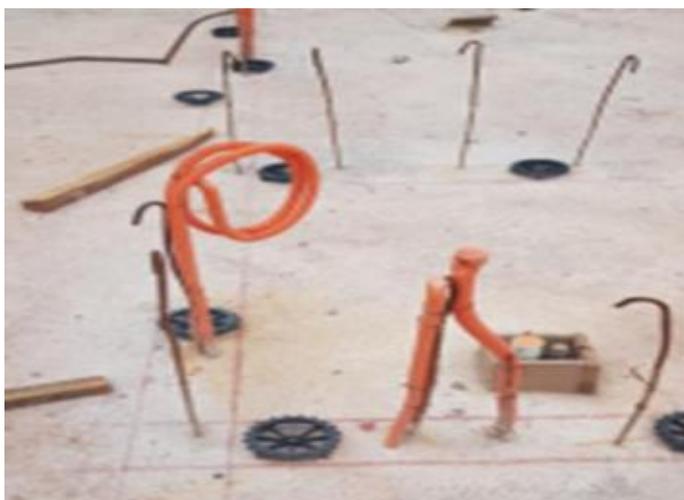
2.3.3 Execução das armaduras

As armaduras são de fundamental importância no concreto armado, como essa metodologia um dos insumos predominantes é o aço, o aço passa a ser indispensável, são eles que combatem os esforços que as estruturas são submetidas em toda sua vida útil.

As telas são fixadas nos arranques (barras retas de aço CA 60 com bitola de 8 mm, com espaçamento de 60 cm fixados no lajão) de forma que fiquem verticalmente alinhadas no eixo das paredes com alturas que variam de acordo com a necessidade do projeto.

Os arranques (Figura 12) garantem que a armadura fique posicionada no eixo da parede e tendo um cobrimento proporcional de ambos os lados, o cobrimento garante a armadura uma vida útil prolongada onde esse cobrimento pode variar de acordo com espessura da parede.

Figura 12: Arranque



Fonte: Do autor

O início da execução das armaduras deve seguir uma ordem, primeiro os armadores fixam as cantoneiras de canto, como mostra a figura 13, a tela utilizada na cantoneira é similar a utilizada na parede, no empreendimento em estudo as telas de parede e as cantoneiras são de fio 4,2 e o espaçamento entre as barras de 15 centímetros.

Figura 13: Cantoneira fixada no canto



Fonte: Do autor

Após o posicionamento das cantoneiras de canto, as telas são levantadas e fixadas nos arranques para que fiquem verticalmente alinhadas como mostra a figura 14, armadores fixando as telas de forma que fique verticalmente alinhada.

Figura 14: Telas sendo fixadas



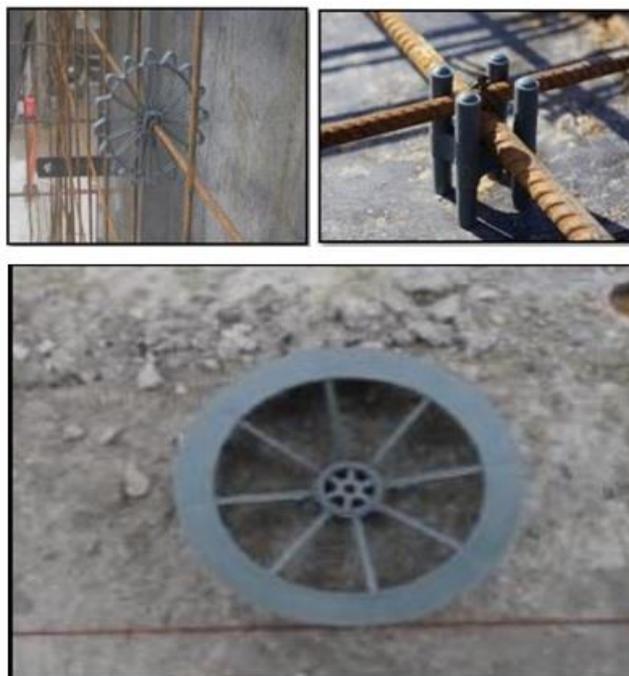
Fonte: Do autor

A execução da armadura é de extrema importância para a estrutura, é indispensável que as medidas e distâncias fornecidas pelo projetista sejam respeitadas, para que futuramente os problemas estruturais não apareçam.

Da mesma forma os espaçadores são posicionados a cada 60 cm no lajão (figura 12) e a cada 50 cm nas paredes (figura 15), fazendo com que no momento da concretagem as paredes não se movam e tenham um espaçamento de 10 cm.

Vale à pena ressaltar que essas distâncias podem variar de acordo com a solicitação em projeto, é necessário garantir o posicionamento correto das armaduras no momento da concretagem, nas lajes também é necessário o uso de espaçadores para que a malha de aço tenha o seu cobrimento mínimo de acordo com a solicitação em projeto.

Figura 15: Espaçadores



Fonte: Do autor

Assim como é fundamental que os espaçadores sejam posicionados de forma correta para garantir o posicionamento das armaduras, também é de fundamental importância que os armadores responsáveis por fazer os cortes das telas tenham em mãos um plano de corte detalhado, pois nele esta quantidade necessária de aço para executar toda armação, ganhando assim produtividade e minimizando desperdícios

2.3.4 Instalações elétricas e hidráulicas

Como já levantado anteriormente as telas são partes importantes na estrutura, mas, além disso, as telas também são usadas para fixar todos os elementos que compõem as instalações hidráulicas e elétricas.

Desta maneira durante a execução do processo de montagem, todas as instalações são fixadas conforme o projeto, ressalta-se que estas devem estar bem posicionadas e fixadas, pois no momento da concretagem o peso do concreto faz com que estas saiam de suas posições e rotacionem.

Segundo NBR 16055, 2012, as tubulações não podem passar pelos encontros das paredes e nem ser instaladas horizontalmente, só podem ser instaladas desta forma se um terço do tamanho da parede não tenha um comprimento mais que 1 metro.

Nesta etapa da obra os desperdícios são reduzidos, isso é possível a partir de uma fábrica de kits montada na própria obra, com a fábrica de kits montadas na obra, todas parte elétrica e hidráulica vai para o canteiro pronta para instalação.

Figura 16: Instalações elétricas



Fonte: Do autor

Com o emprego das instalações já fixadas antes da concretagem, essa metodologia construtiva se torna viável, pois após a concretagem não há necessidade de se fazer aberturas nas paredes para fixá-las.

2.3.5 Processo de montagem das fôrmas

Venturini (2011), diz que no processo de montagem das fôrmas deve-se passar um desmoldante vegetal de forma que impossibilite a aderência do concreto à fôrma e atrapalhe no acabamento final do concreto.

Já a ABCP (2007) diz que, o processo de montagem das fôrmas varia de acordo com o layout e paginação escolhido pelo empreendimento, mas mesmo com essa variação de montagem é fundamental que se tenha em mãos a seqüência de montagem.

A montagem da fôrma deve ser iniciada pelas partes internas, ou seja, do meio para fora, para facilitar a montagem e ganhar velocidade de produção. Após a primeira montagem as fôrmas devem ser numeradas de forma que ilustre a seqüência correta de execução.

No processo de montagem, para garantir o alinhamento correto das paredes, os esquadros dos cantos são colocados em suas respectivas posições, de forma que no momento da concretagem as paredes mantenham suas geometrias perfeitas. Como essa metodologia construtiva segue uma linha de raciocínio comparada a uma linha de produção, é obrigatório que as paredes tenham uma perfeição, o papel dos esquadros é justamente esse, impedir que a parede se desloque no momento da concretagem.

Figura 17: Esquadro



Fonte: Do autor

Vale ressaltar que, após todas conferências de prumo, nível e esquadro, a estanqueidade da fôrma deve ser garantida, para que no momento da concretagem não ocorra nenhum vazamento de concreto.

Para que a montagem da fôrma aconteça são necessárias 23 profissionais, dentre esses profissionais estão montadores, armadores e montadores de andaime, o tempo gasto no processo de montagem é de 7 horas.

Um dos fatores que viabilizam essa metodologia construtiva é um ciclo de concretagem simultânea, ou seja, deve-se haver concretagem todos os dias, vale a pena ressaltar que, todo o processo, desde a montagem até o final da concretagem deve ter um tempo médio de 9 horas, pois após 9 horas trabalhadas, encargos adicionais são pagos inviabilizando essa metodologia.

2.3.6 Concretagem

O sucesso da estrutura depende essencialmente de uma boa concretagem. Para tanto, é necessário seguir critérios de qualidade tecnológica, a fim de garantir à estrutura uma eficiência estrutural prolongada. O controle de qualidade, no geral, se dá através de testes após o recebimento do concreto, são eles os indicadores responsáveis por mostrar que o material recebido está seguindo todos as especificações exigidas pelo projetista.

Massuda e Misurelli (2009) diz que, o lançamento do concreto deve ter um planejamento antecipado, para que as patologias provenientes de um lançamento errôneo venham a surgir após a concretagem. Misurelli também relata que o emprego do concreto bombeado pode evitar possíveis falhas por ter uma trabalhabilidade superior a outros concretos.

Sabe-se ainda que no momento do lançamento a altura não pode ultrapassar a 30 cm, deve-se começar a concretagem pelos cantos para que as integridades físicas das instalações sejam preservadas e as paredes fiquem com menos números de vazios. Por fim ressalta-se que ao iniciar o ciclo de concretagem, esse ciclo não pode ser interrompido por mais de 30 min.

Figura 18: Concretagem



Fonte: Do autor

Como o processo de desidratação desse tipo de concreto é acelerado, o acabamento deve ser feito simultaneamente a concretagem, isso possibilita um acabamento uniforme, fator muito importante nessa metodologia construtiva, já que nessa metodologia construtiva não se faz uso do contrapiso de regularização.

2.3.7 Processo de desforma

A retirada de formas é a parte final do processo, esta só é autorizada após o concreto atingir a resistência esperada em projeto. Para que a desforma aconteça o concreto deve atingir a resistência de 3 MPA em 12 horas após o lançamento do último caminhão.

Ao alcançar tal resistência garante-se que a estrutura tenha capacidade para se manter sólida e após a retirada das formas o concreto estará rígido suficiente para que não se deforme. Em contrapartida, o escoramento das lajes ainda não pode ser retirado, pois tal resistência é considerada pequena para a laje, assim a mesma poderá sofrer deformações excessivas, resultando assim em patologias nos próximos pavimentos.

2.4 Vantagens e desvantagens da parede de concreto

A metodologia construtiva parede de concreto é definida por sua alta capacidade produtiva e sua forma de racionalizar serviços de mão de obra e material.

A ABCP (2012) diz que, essa metodologia construtiva possui algumas vantagens, como por exemplo:

- A redução de mão de obra quando se comparado às metodologias convencionais;
- Padronização em seus processos;
- Redução considerável de resíduos, minimizando assim, os desperdícios;
- Indicada para obras de alto e baixo padrão;
- Reduzir o tempo final da obra;
- Reduzir o custo final do empreendimento.

Ao ser aplicado um processo padronizado em qualquer tipo de obra, observa-se que a mão de obra necessária para execução da mesma torna-se reduzida, além disto a padronização confere a mesma uma redução de resíduos. Sendo assim a viabilidade desta metodologia construtiva em relação a desperdícios, ganho de produtividade e racionalização de mão de obra é recomendada.

Já as desvantagens Macedo (2016) diz que, a metodologia construtivas trás consigo os erros executivos, por ser uma metodologia de alta produtividade, os erros trazem prejuízos que impactam direto no valor final da obra e também relata que as patologias mais comuns nessa metodologia são os entupimentos de tubulações hidráulicas.

Outra desvantagem é que a mão de obra necessária para executar a montagem da forma deve por sua vez ser especializada, fazendo assim com que o custo de sua montagem seja caro em relação a mão de obra convencional.

2.5 Desperdícios na parede de concreto

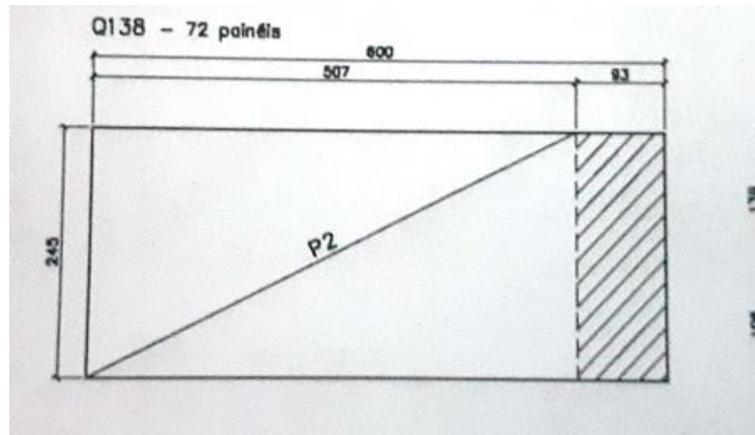
Serão abordados neste trabalho os desperdícios envolvendo exclusivamente aço e concreto. Ressalta-se que é possível a existência de outros desperdícios que não serão abordados nesta pesquisa.

2.5.1 Plano de corte da armadura

Os anexos B, C, E e F detalham os planos de corte para um bloco conjugado, os anexos mostram nas áreas hachuradas onde será feito o reuso. Um dos focos do trabalho é o reaproveitamento do aço desperdiçado no plano de corte, para tanto será realizada análise deste plano de corte e das áreas das telas que não serão aproveitadas.

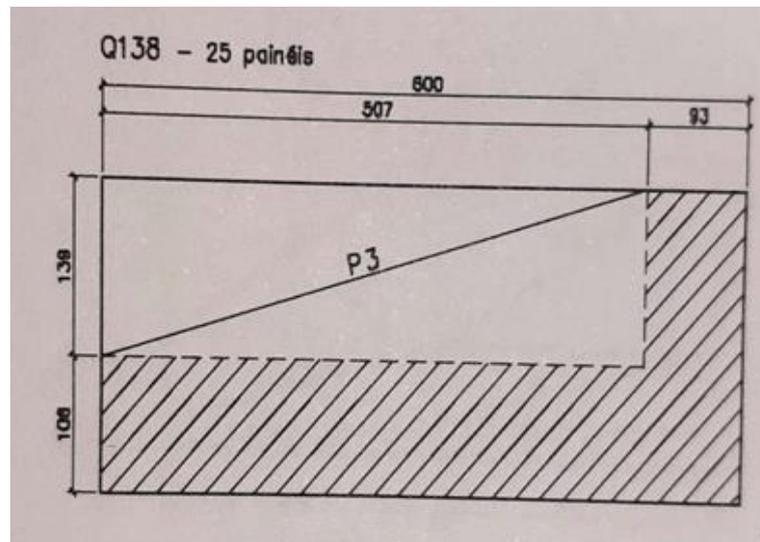
As figuras 19 e 20 são apenas para detalhar a área de aço da tela que será reaproveitada, onde as áreas hachuradas serão reutilizadas no reaproveitamento.

Figura 19: Corte de uma tela(1)



Fonte: Do autor

Figura 20: Corte de uma tela(2)



Fonte: Do autor

Os planos de corte apresentados servem para comprovar a existência da perda de uma quantidade considerável de aço, assim, será abordado no estudo de caso o quantitativo detalhado deste volume de perda. O intuito deste trabalho é retornar para uso próprio da obra este aço desperdiçado, aplicando-o em outras utilizações como, por exemplo, em calçadas.

O desperdício de aço gerado nessa metodologia construtiva é nos cortes das telas, foi feita uma pesquisa in loco com imagens e o gerenciamento desse insumo.

Figura 21: Telas de aço



Fonte: Do autor

A figura 21 mostra um montante de telas que seriam descartadas e foram reaproveitadas in loco, o montante é proveniente de um plano de corte de apenas um apartamento. Nota-se um grande volume de telas descartadas e este desperdício podem chegar a 10% do total de telas utilizadas no apartamento.

Uma solução viável para a reutilização destas telas é reaproveitá-las em calçadas, a reutilização desse aço em calçadas gera uma economia para o empreendimento, pois ao ser empregado nesse tipo de serviço, a compra do mesmo não se faz necessário.

2.5.2 Concreto

O desperdício do concreto se dá a partir do concreto que fica retido no reservatório do caminhão bomba. Estima-se que são desperdiçados em torno de 0,8 m³ de concreto a cada concretagem.

Nota-se que esse montante é equivalente a 10% do volume de concreto de cada caminhão. A partir da observação deste desperdício surge a idéia de reutilizar todo esse concreto em outros serviços.

Uma etapa em que é possível reutilizar este material é na execução de calçadas e meios fios. As calçadas e meio fios devem ser refeitas ao longo do tempo elas se danificam naturalmente com o passar do tempo com sua utilização.

A execução dessa, torna-se possível na medida em que tal etapa da obra possa ser realizada juntamente com a concretagem das paredes, a viabilidade desse reaproveitamento é considerável, já que todo o processo é feito com um material que seria descartado de forma errônea.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 Empreendimento

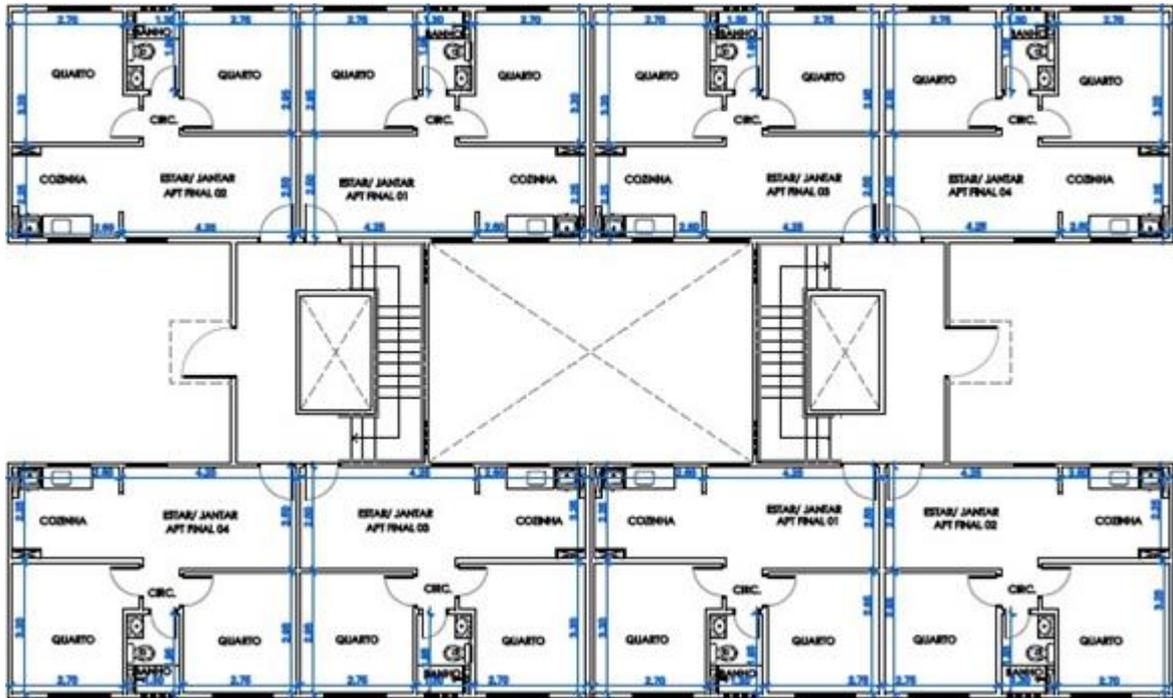
A obra em estudo faz uso da metodologia parede de concreto e também faz uso do PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA para executar suas vendas.

Situada na cidade de JUIZ DE FORA, NO BAIRRO JÓQUEI CLUBE, o empreendimento terá 480 apartamentos e é dividido em 11 blocos conjugados onde cada bloco terá 40 apartamentos, e cada unidade possui 40,8 m² de área total.

O planejamento inicial é que a obra tenha uma duração de 18 meses, esta teve início em fevereiro de 2019 e terminará em setembro de 2020. A partir da utilização da parede de concreto estima-se que a possibilidade de se fazer dois apartamentos por dia, com um consumo médio de concreto de 14,6 m³ por unidade.

Os memoriais de cálculo que serão apresentados são baseados em uma estrutura conjugada, a figura 22 mostra a planta baixa de um bloco conjugado com 40 apartamentos.

Figura 22: Projeto arquitetônico



Fonte: Elaborado pelo Autor 2019

Primeiramente será realizada a análise dos desperdícios advindos do aço e embasado nos dados apresentados, a seguir será mostrado como foi feita a análise de custos do aço desperdiçado após o plano de corte ser executado. Na planilha produzida todas as telas possuem dimensões de 2,45x6,00 metros totalizando 14,7 m², em todos painéis apresentados existe uma área hachurada, área na qual segundo o projetista não tem utilidade alguma na obra.

Surge a ideia é usar esse aço novamente na obra para que ela não seja descartada de forma inadequada e nem vendido. Tal fato torna plausível, pois, após o corte ser executado, o aço que já está cortado será vendido por um preço muito abaixo do que é comprado.

3.2 Gerenciamentos de aço

De forma a comprovar o desperdício existente no processo de corte das telas e mostrar como é feito o gerenciamento desse material, a planilha a seguir detalha o plano de corte, a quantidade de painéis necessários para executar um bloco conjugado e a área desperdiçada unitária total.

Tabela 3: Gerenciamento do aço das paredes

Tela	Nº de painéis	Área DESCARTADA por painel	Área total DESCARTADA
Q92	3	0,5769 m ²	1,7307 m ²
Q92	1	0,4566 m ²	0,4566 m ²
Q92	1	0,7810 m ²	0,7810 m ²
Q92	16	0,7070 m ²	11,3120 m ²
Q92	12	0,5270 m ²	6,3240 m ²
Q92	80	0,7350 m ²	58,8000 m ²
Q92	12	0,3000 m ²	3,6000 m ²
Q92	13	4,2450 m ²	55,1850 m ²
Q92	16	2,2650 m ²	36,2400 m ²
Q92	13	3,1150 m ²	40,4950 m ²
Q92	1	3,2250 m ²	3,2250 m ²
Q92	5	1,3650 m ²	6,8250 m ²
Q92	5	0,3675 m ²	1,8375 m ²
Q92	3	0,8775 m ²	2,6325 m ²
Q92	1	3,6330 m ²	3,6330 m ²
Q92	1	6,7440 m ²	6,7440 m ²
Q92	5	0,8550 m ²	4,2750 m ²
Q92	15	1,6200 m ²	24,3000 m ²
Q92	7	1,1400 m ²	7,9800 m ²
Q92	5	0,4165 m ²	2,0825 m ²
Q92	5	0,4780 m ²	2,3900 m ²
Q92	5	1,1400 m ²	5,7000 m ²
Q92	10	2,6250 m ²	26,2500 m ²
Q92	16	1,7850 m ²	28,5600 m ²
Q92	2	2,0850 m ²	4,1700 m ²
Q92	3	0,3790 m ²	1,1370 m ²
Q92	5	2,9700 m ²	14,8500 m ²
Q92	1	5,8800 m ²	5,8800 m ²
Q92	5	3,2850 m ²	16,4250 m ²
SOMATÓRIO (1 BLOCO CONJUGADO)			383,8208 m ²
TOTAL DA OBRA			4222,02 m ²

Fonte: Do autor

A tabela representa o corte de uma tela inteira com dimensões de 2,45m x 6,00m. O número de painéis é relativo a um bloco conjugado com 40 apartamentos.

Conforme mostra a tabela 3, a perda em um bloco conjugado de apenas esse tipo de tela Q92 é de 383,82 m². Cada tela tem 14,7 m² como já dito anteriormente, isso resulta em uma perda de 26 telas.

Agora será levantado a perda de aço em relação ao corte das telas de laje, as telas Q138 tem a mesma bitola da tela Q92, se diferenciam apenas nos espaçamentos

entre fios como relatado na tabela 30 os fios das telas Q92 e nas telas Q138 seu espaçamento de 10cm.

Tabela 4: Gerenciamento do aço das lajes

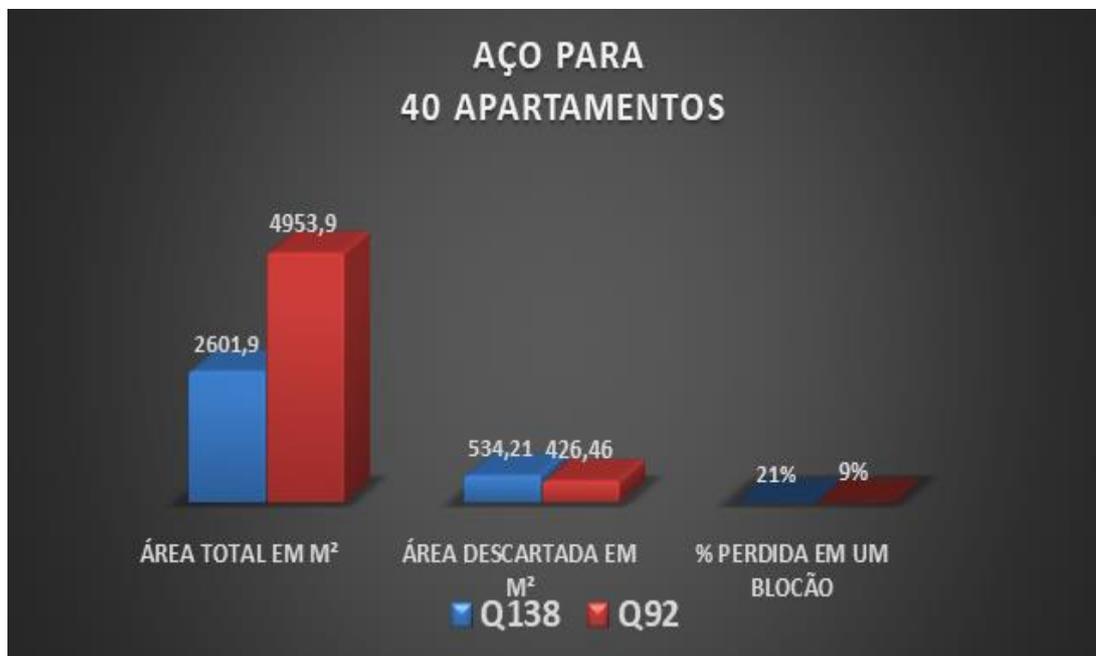
Tela	Nº de painéis	Área por painel	Área total
Q138	32	0,7595 m ²	24,3040 m ²
Q138	72	2,5725 m ²	185,2200 m ²
Q138	2	0,5800 m ²	1,1600 m ²
Q138	6	1,7875 m ²	10,7250 m ²
Q138	1	2,1945 m ²	2,1945 m ²
Q138	1	4,4445 m ²	4,4445 m ²
Q138	2	0,7595 m ²	1,5190 m ²
Q138	2	0,6000 m ²	1,2000 m ²
Q138	26	7,8195 m ²	203,3070 m ²
Q138	2	0,3620 m ²	0,7240 m ²
Q138	2	2,6460 m ²	5,2920 m ²
Q138	4	1,0534 m ²	4,2136 m ²
Q138	2	6,3384 m ²	12,6768 m ²
Q138	4	6,0168 m ²	24,0672 m ²
Q138	2	7,4372 m ²	14,8744 m ²
Q138	2	8,8224 m ²	17,6448 m ²
Q138	8	0,3600 m ²	2,8800 m ²
Q138	4	2,7000 m ²	10,8000 m ²
Q138	3	2,3224 m ²	6,9672 m ²
Q196	8	0,7595 m ²	6,0760 m ²
Q196	8	0,9765 m ²	7,8120 m ²
Q196	2	5,1240 m ²	10,2480 m ²
Q196	2	6,8634 m ²	13,7268 m ²
Q196	2	0,3600 m ²	0,7200 m ²
Q92	4	1,8540 m ²	7,4160 m ²
Q92	4	0,6600 m ²	2,6400 m ²
Q92	4	1,7700 m ²	7,0800 m ²
Q92	4	0,6480 m ²	2,5920 m ²
Q92	2	1,5000 m ²	3,0000 m ²
Q92	8	0,4200 m ²	3,3600 m ²
Q92	8	0,3000 m ²	2,4000 m ²
Q92	8	1,3800 m ²	11,0400 m ²
Q92	2	1,0200 m ²	2,0400 m ²
Q92	6	0,1800 m ²	1,0800 m ²
SOMATORIO (1 BLOCO CONJUGADO)			615,4448 m ²
TOTAL DA OBRA			6769,8928 m ²

Fonte: Do autor

A planilha descreve o desperdício gerado no corte das telas utilizadas na laje, como a planilha relata a perdas existentes no plano de corte das lajes de um bloco conjugado com 40 apartamentos é de 615,44m², considerando que a tela Q138 também possui a mesma área quadrada da tela Q92 de 14,7 m², essa perda resulta em 41 telas inteiras.

Para maiores esclarecimentos a figura 23 descreve a quantidade de aço necessário para fazer a laje e a parede de 40 apartamentos, e também quantidade descartada.

Figura 23: Consumo de telas para 1 bloco



Fonte: Do autor

O empreendimento terá 440 apartamentos e a partir da análise de perdas em apenas um bloco, elaborou-se a tabela 5 que projeta os gastos em 11 blocos conjugados, que é o total de blocos que a obra terá.

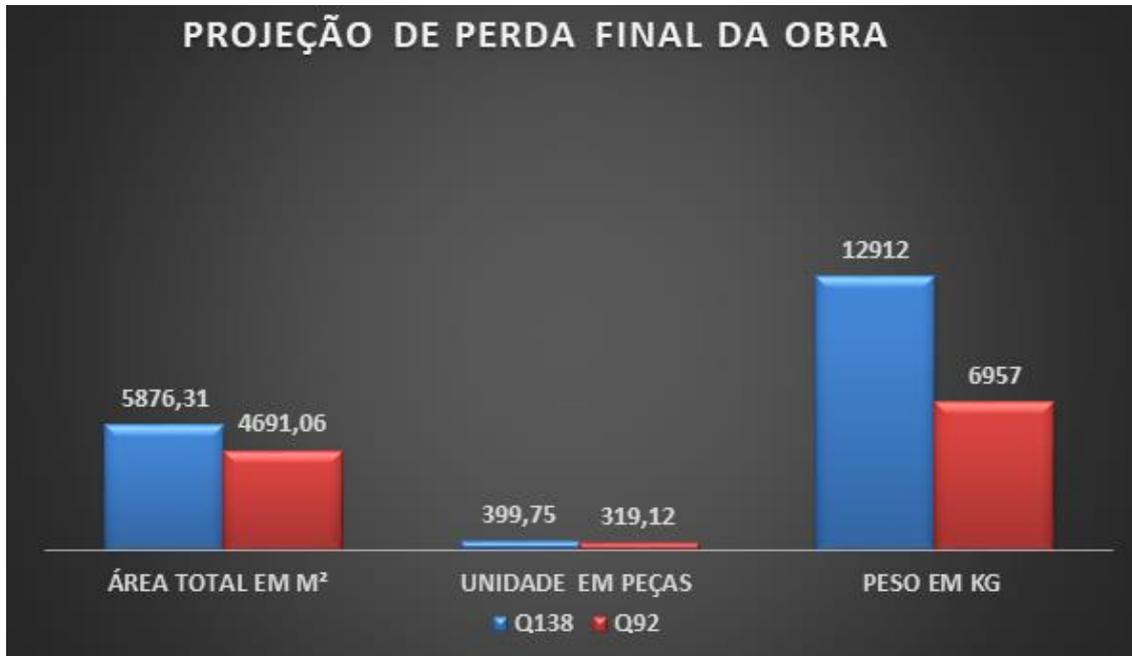
Tabela 5: Consumo de telas para o empreendimento

TELA	ÁREA TOTAL EM M ²	UNIDADE EM PEÇAS	PESO EM KG
Q138	5876,31	399,75	12912
Q92	4691,06	319,12	6957

Fonte: Do autor

O gráfico ilustra com clareza a perda de aço que se obtêm após a concretagem de 11 blocos conjugados como já relatado anteriormente, a perda aqui considerada é em quilos, metros quadrados e em peças.

Figura 24: Projeção de perda



Fonte: Do autor

O empreendimento conta com um orçamento enxuto, nos anexos A e D está descrito o resumo de aço necessário para executar um bloco conjugado.

Tabela 6: Perda de aço

PESO AÇO BRUTO A COMPAR(KG)	PESO AÇO APÓS O CORTE (KG)	VALOR TOTAL DA OBRA	VALOR PERDIDO	%PERDIDA
143700,7	137317	R\$ 984.349,80	R\$ 81.072,99	8%

Fonte: Do autor

O peso de aço bruto que consta na tabela 6 é o peso total de aço necessário para executar 11 blocos conjugados sem nenhum corte. Após o corte como a tabela 06 mostra o peso ali abordado refere se ao peso do aço após o corte. Baseado na tabela 02 da SINAPI e os preços pagos nas telas aqui em estudo chegaram a uma perda de 5% no valor total da obra.

Para um detalhamento visual, a figura 25 detalha de forma ilustrada todo esse quantitativo.

Figura 25: Perda de aço



Fonte: Do autor

Fundamentado nessa perda, a ideia é reutilizar esse aço desperdiçado no próprio empreendimento, esse aço será utilizado em calçadas, trazendo ao empreendimento mais qualidade na concretagem das calçadas, a figura 26 detalha in loco como esse aço será reaproveitado.

Figura 26: Reaproveitamento do aço in loco



Fonte: Do autor

Neste estudo não será abordado nenhuma pesquisa em laboratório para comprovar que o emprego deste aço em calçadas pode trazer algum benefício

estrutural, visto que o concreto armado resiste à tração, forças nas quais as calçadas são submetidas durante sua vida útil com o movimento de pessoas. O estudo apenas levantará dados que, o reaproveitamento deste aço em calçadas pode ser uma medida viável economicamente.

A viabilidade desse reaproveitamento se dá pelo fato da não necessidade da compra desses materiais, já o processo de montagem dessa armadura nos passeios acontece após os armadores executarem o plano de corte da parede, todo o aço sobressalente é posicionado respectivamente no passeio, de forma que ela seja armada em duas camadas, simulando uma armadura de laje, armadura negativa e positiva e preencha toda área a ser concretada.

Neste estudo o foco principal é reutilizar esse material nos passeios, porém há outras alternativas para o reaproveitamento do mesmo, podem ser reutilizados na própria armação das gaiolas, como reforço ou até mesmo na laje, seguindo os critérios de transpasse mínimo.

Com a perda de aço já obtida, agora será feito um estudo do concreto desperdiçado na concretagem

3.3 Gerenciamentos de concreto

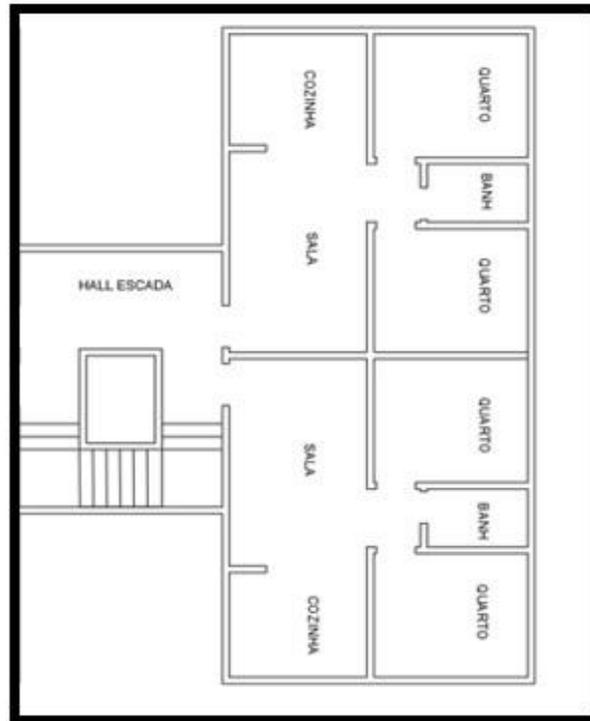
A análise em estudo é o desperdício de concreto que se tem a cada concretagem e também ao término de um bloco conjugado com 40 apartamentos.

A principal fonte de desperdício gerado no momento da concretagem é o concreto que fica retido no reservatório de bombeamento da bomba (figura 29), estima-se que o volume de concreto retido é de aproximadamente $0,8 \text{ m}^3$.

A concretagem é dividida em duas etapas, uma concretagem acontece juntamente com o hall figura 27, que é o vão onde são destinadas as escadas e vão do elevador e a segunda sem o hall figura 28, onde só é concretado apenas os dois apartamentos.

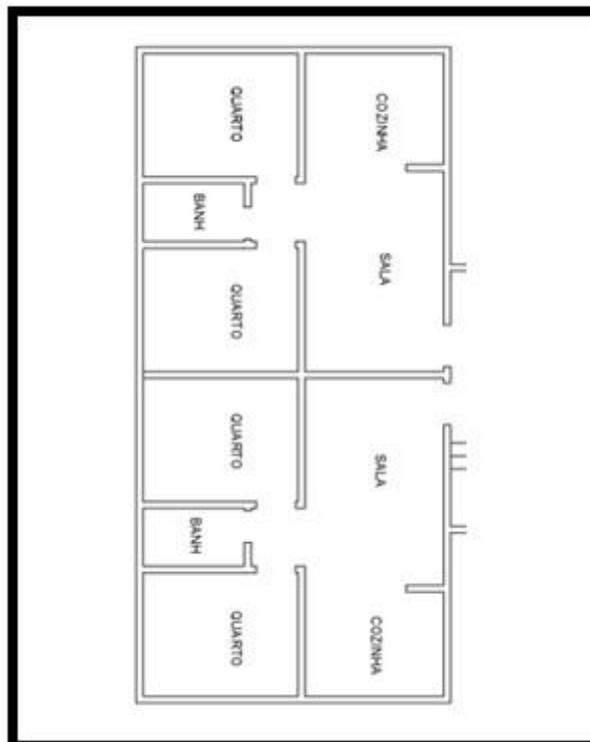
Para concluir um pavimento são necessárias quatro concretagens, duas com hall e outras duas sem hall. Isso gera como consequência um desperdício de $3,2 \text{ m}^3$ por pavimento. Em cada bloco conjugado existem 5 pavimentos, logo a perda estimada por bloco é de 16 m^3 .

Figura 27: Planta com hall



Fonte: Do autor

Figura 28: Planta sem hall



Fonte: Do autor

Figura 29: Reservatório da bomba



Fonte: Do autor

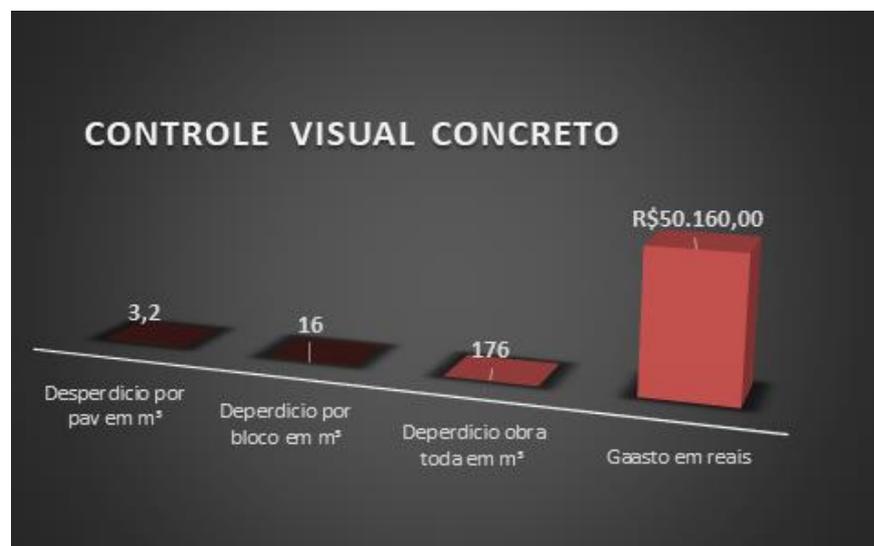
A tabela 7 mostra os dados obtidos através da pesquisa de campo do projeto em estudo, nesta pode ser observada o desperdício de concreto em um bloco conjugado e uma projeção de gasto até o final da obra.

Tabela 7: Gasto de concreto

MATERIAL	DESPERDÍCIO POR PAV.	DEPERDÍCIO POR BLOCO	DEPERDÍCIO OBRA TODA	GASTO EM REAIS
CONCRETO	3,2 M ³	16 M ³	176 M ³	R\$ 50.160,00

Fonte: Do autor

Figura 30: Ilustração da tabela 7



Fonte: Do autor

Somando todo material que seria descartado após a execução dessa metodologia, o valor do prejuízo chega a R\$ 50.160,00(Cinquenta mil, cento e sessenta reais) referente ao concreto. O objetivo do projeto é utilizar, nas calçadas, o concreto desperdiçado.

Como o concreto utilizado no preenchimento das fôrmas é um concreto do tipo auto-adensável, o acabamento das calçadas fica superior a uma concretagem realizada com concreto do tipo convencional. Com uma trabalhabilidade menor, esse acabamento é importante para o aspecto visual do calçamento.

Vale ressaltar que, como o volume desperdiçado em uma concretagem é de 0,8 m³, a concretagem do passeio é dividida por uma mestra onde a área de aplicação seja compatível com o volume lançado, isso facilita e garante que ao final da concretagem a calçada ficará bem acabada.

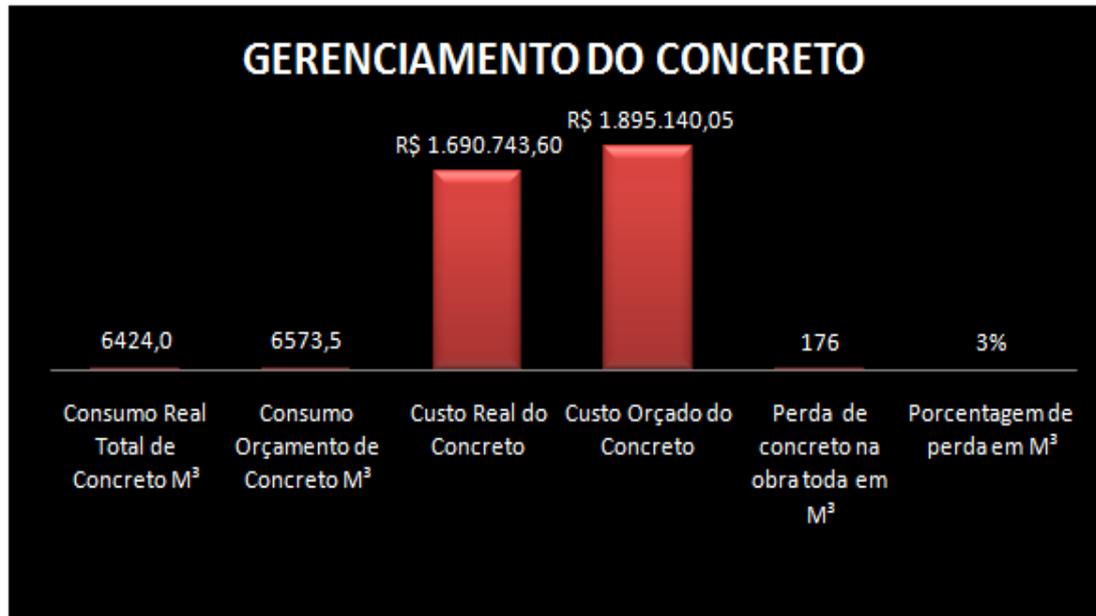
Tabela 8: Gerenciamento de concreto

Consumo de Concreto	
Consumo Real Total de Concreto M ³	6424,0
Consumo Orçamento de Concreto M ³	6573,5
Custo Real do Concreto	R\$ 1.690.743,60
Custo Orçado do Concreto	R\$ 1.895.140,05
Perda de concreto na obra toda em M ³	176,00
Porcentagem de perda em M ³	3%

Fonte: Do autor

Para maior entendimento o gráfico trás de maneira resumida todo consumo real, consumo orçado, custo real, custo orçado e a porcentagem de perda baseada no volume total.

Figura 31: Ilustração da tabela 8



Fonte: Do autor

Fundamentado nos valores que a tabela da SINAPI disponibiliza, os 3% de concreto desperdiçado resultam R\$50.160,00 reais.

O empreendimento possui uma área quadrada de 2.500 m² de calçadas, onde a espessura adotada será de 10 cm, isso resulta em um volume de concreto de aproximadamente 250 m³, baseado na tabela da SINAPI, o valor pago no m³ é de R\$285,00 reais, isso resulta em um gasto de aproximadamente R\$71.250,00 reais.

3.4 Resultados obtidos

Os resultados obtidos nesta pesquisa mostram que as ações tomadas no reaproveitamento do concreto e aço é uma alternativa viável economicamente, a tabela 09 detalha os resultados obtidos.

Vale a pena ressaltar que a calçada será tratada como uma laje, como já dito, será armada com uma armadura positiva e negativa, a área quadrada do passeio é de 2500 m², sendo assim como ela terá duas camadas a área necessária de aço passa a ser de 5000 m².

Uma tela tem 14,7 m², sendo assim são necessárias 340 telas para fazer essa armação, a tela escolhida para fazer a armação será a tela Q138, o preço pago por tela segundo a SINAPI é R\$ 223,58 reais tabela 02.

Tabela 9: Valores obtidos

AÇO	ECONOMIA DE R\$ 76.017,00
CONCRETO	ECONOMIA DE R\$ 50.160,00
CALÇADAS COM MATERIAL REAPROVEITADO	ECONOMIA DE R\$ 120.177,00
TOTAL ECONOMIZADO	R\$ 120.177,00

Fonte: Do autor

Para maior entendimento a tabela 04 detalha a economia obtida neste estudo, a partir dos valores obtidos na tabela da SINAPI. Vale a pena ressaltar que, os valores que a caixa disponibiliza podem sofrer variações.

Tabela 10: Total gasto no empreendimento

TIPO DE INSUMO	UND	QUANTIDADE NECESSARIA PARA OBRA TODA EM PEÇAS	VALOR PAGO SINAPI	TOTAL GASTO
Q138	PÇ	1947	R\$ 223,58	R\$ 435.310,26
Q92	PÇ	3707	R\$ 150,23	R\$ 556.902,61
CONCRETO	M ³	6424,0	R\$ 285,00	R\$ 1.830.840,00

Fonte: Do autor

Para ilustrar de forma mais clara a tabela a seguir é um comparativo da economia obtida em relação ao valor total gasto no empreendimento e o quanto % isso corresponde ao valor total da obra.

Tabela 11: Resultado final

VALOR TOTAL DO EMPREENDIMENTO	TOTAL EM REAIS DA ECONOMIA	TOTAL REAPROVEITADO
R\$ 2.823.052,87	R\$ 126.177,20	4,47%

Fonte: Do autor

Sendo assim, o estudo evidenciou que o valor obtido no reaproveitamento desses materiais corresponde a 4,47% do valor total do empreendimento. Para ficar mais claro a figura a seguir detalha de forma ilustrada os resultados obtidos nessa pesquisa.

Figura 32: Resultados finais



Fonte: Do autor

4. CONCLUSÃO

Através do levantamento de quantitativo de aço e concreto necessários para executar essa metodologia construtiva, foi possível detalhar o aço e concreto desperdiçado e mostrar que é possível reutilizar esses insumos de forma eficiente. De maneira que o empreendimento deixe de gastar com insumos que podem ser reutilizados na própria obra. Além de ter sido levantado o custo, também foi apontado às vantagens e desvantagens do sistema construtivo parede de concreto.

Com o resultado, obteve-se uma economia de R\$126.177,00 (Cento e vinte e seis mil, cento e setenta e sete reais) no reaproveitamento do concreto e aço que seria desperdiçado. Com esse resultado chega-se à conclusão que na parede de concreto algumas ações podem ser tomadas com os insumos gerados e os resultados serão satisfatórios. Pode-se ter como possíveis trabalhos futuros os seguintes tópicos:

- Comparativo entre o custo total de obra X desperdício de aço e concreto
- Plano de corte de aço para economia nas obras de parede de concreto
- Gerenciamento de concreto nas obras de parede de concreto

No entanto vale ressaltar que, o preço da fôrma tem uma depreciação de acordo com a quantidade de concretagens executadas e que essa metodologia construtiva só é viável em empreendimentos de grande porte com uma padronização em sua estrutura arquitetônica.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2008/2009. Disponível em <http://www.abcp.org.br/conteudo/quem_somos/apresentacao/associacao-brasileira-de-cimento-portland> acesso em: 12 jan. 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2011. Disponível em <http://www.abcp.org.br/conteudo/quem_somos/apresentacao/associacao-brasileira-de-cimento-portland> acesso em: 14jan. 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas**, Rio de Janeiro, 2004.

MACEDO, Julianne S. **Um estudo sobre o sistema construtivo formado por paredes de concreto moldadas no local.** João Pessoa, 2017.

PIMENTAM. **Industrialização da construção civil para o segmento econômico**, 2010. Disponível em <<http://www.comunidade-da-construcao.com.br/noticias/44/industrializacao-da-construcao-civil-para-o-segmento-economico.html>> Acesso em 14 de junho de 2020.

SILVA, F.B. **Paredes de concreto armado moldadas in loco.** Revista Técnica, São Paulo: Pini, ano 19, n. 167, fev. 2011. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/167/artigo286799-1.aspx>>. Acesso em: 14 de junho de 2020.

VENTURINI, Jamila. **Casas com paredes de concreto.** Revista Equipe de Obra, São Paulo, v. VII, n. 37, julho. 2011. Disponível em :<<http://www.equipededeobra.com.br/construcao-reforma/37/artigo220698-2.asp>>. Acesso em: 14 de maio de 2020.

Anexo 1: Resumo do Aço 1

RELAÇÃO TELAS SOLDADAS

POS.	TELA	QTD.	DIMENSÕES (m)	PESO/UN. (kgf/peça)	PESO TOT. (kgf)
P1	Q92	503	2,55 x 2,48	9,25	4652,75
P2	"	64	2,55 x 2,15	8,11	519,30
P3	"	18	6,00 x 1,75	13,54	243,72
P4	"	8	3,05 x 1,75	7,90	63,20
P5	"	40	2,55 x 0,60	2,28	90,58
P6	"	8	5,70 x 1,75	14,78	118,10
P7	"	40	2,55 x 1,25	4,72	188,70
P8	"	4	5,55 x 1,75	14,37	57,50
P9	"	2	0,38 x 2,15	1,21	2,42
P10	"	40	2,55 x 0,68	3,30	132,08
P11	"	45	2,55 x 2,05	7,74	348,3
P12	"	24	0,38 x 2,95	1,66	39,84
P13	"	3	2,55 x 2,17	8,19	24,57
P14	"	3	2,55 x 0,82	3,09	9,28
P15	"	3	0,38 x 1,95	1,10	3,29
P16	"	20	2,55 x 1,85	6,98	139,64
P17	"	80	2,55 x 1,70	6,42	513,60
P18	"	40	2,55 x 0,70	2,64	105,6
P19	"	40	2,55 x 2,10	7,93	317,02
P20	"	40	2,55 x 0,23	0,67	26,8
P21	"	81	2,55 x 0,23	0,94	76,14
P22	"	120	2,55 x 0,10	0,38	45,29
P23	"	40	2,55 x 0,35	1,32	52,8
P24	"	80	0,38 x 1,30	0,73	58,48
P25	"	40	0,38 x 1,40	0,78	31,48
P26	"	19	2,50 x 1,00	5,85	111,15
P27	"	10	0,15 x 2,95	0,65	6,5
P28	"	10	2,55 x 0,95	3,59	35,85
P29	"	1	0,38 x 1,55	0,67	0,67
P30	"	758	0,60 x 0,60	0,95	720,1
P31	"	18	0,60 x 0,65	0,77	13,86
C1	"	440	0,60 x 2,45	2,18	959,20
C2	"	580	0,35 x 0,60	0,32	185,6
C3	"	24	0,60 x 1,15	1,03	24,56

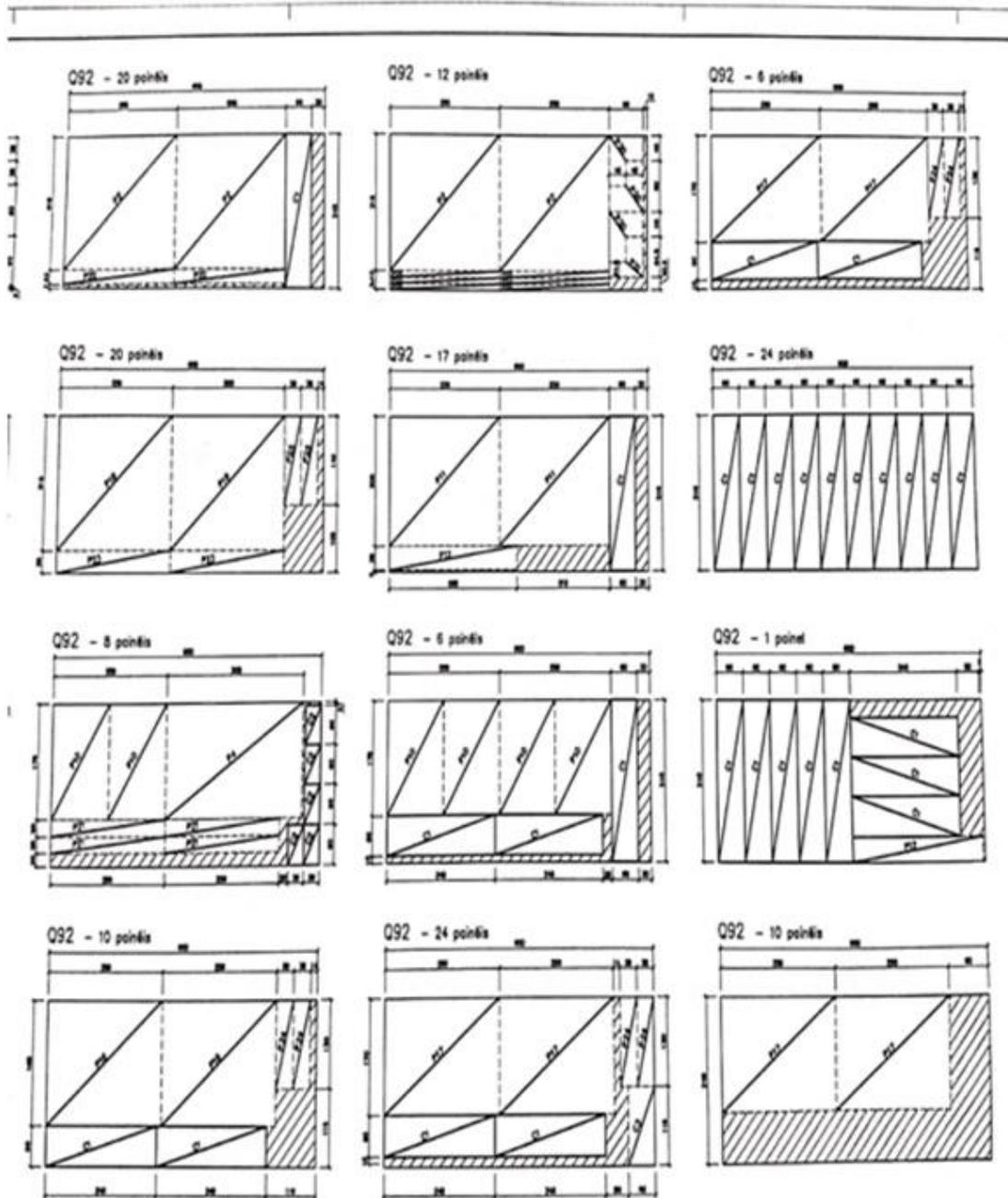
PESO TOTAL P/ 1 BLOCO CONJUGADO 9936 KG

RESUMO TELAS SOLDADAS

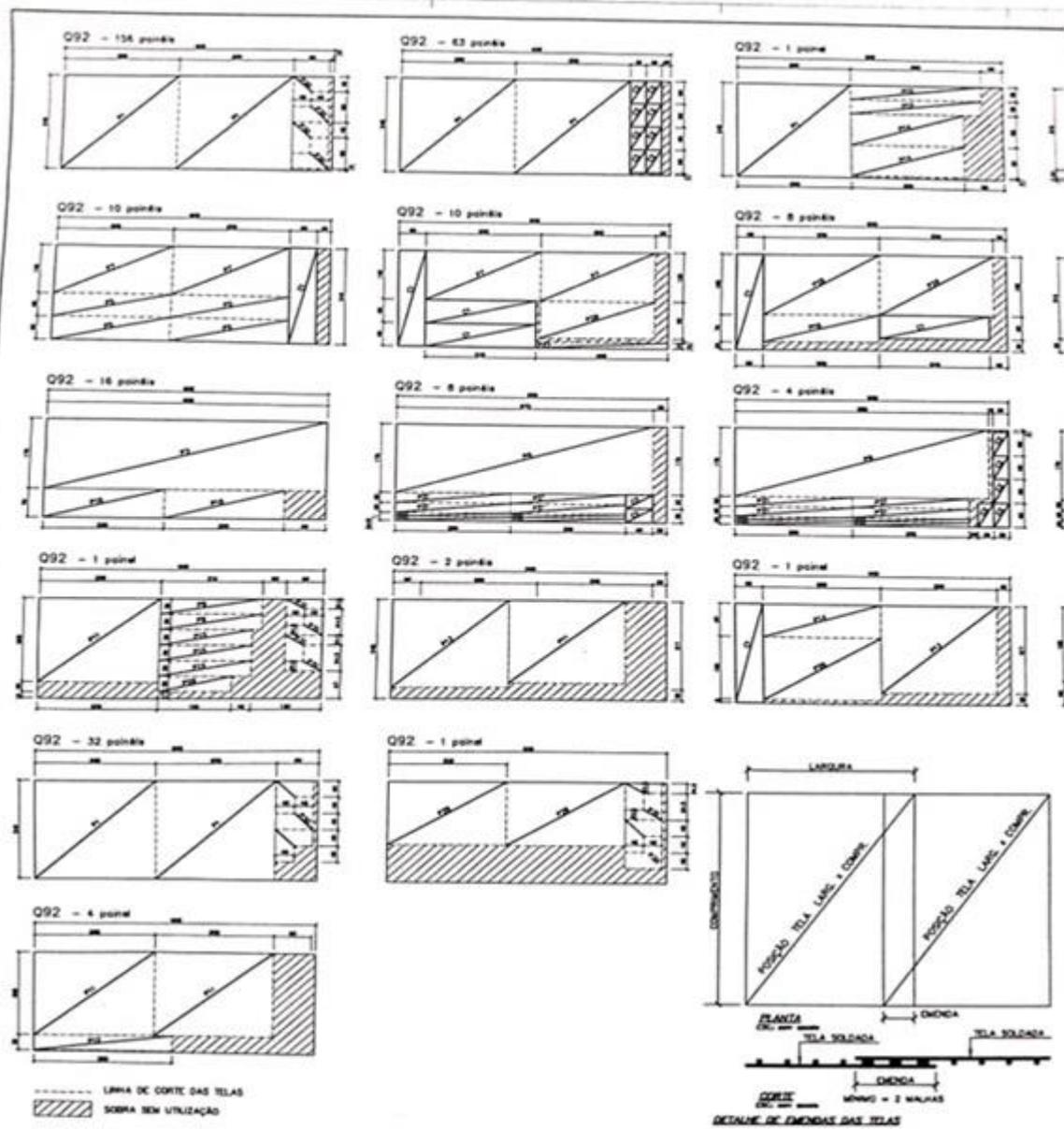
DESIGNAÇÃO DA TELA	ESPACAMENTO ENTRE FIOS(cm)		FRANJAS (cm)		DIÂMETRO (mm)		PESO KG/PEÇA	DIMENSÕES (m) LARG. X COMPR.	QUNT.
	LONG.	TRANSV.	TRANSV.	LONG.	LONG.	TRANSV.			
Q92	18	18	2,3	7,3	4,2	4,2	21,60	8,00 x 2,48	475

PESO TOTAL P/ 1 BLOCO CONJUGADO 10355 KG

Anexo 2: Plano de corte 1



Anexo 3: Plano de corte 2

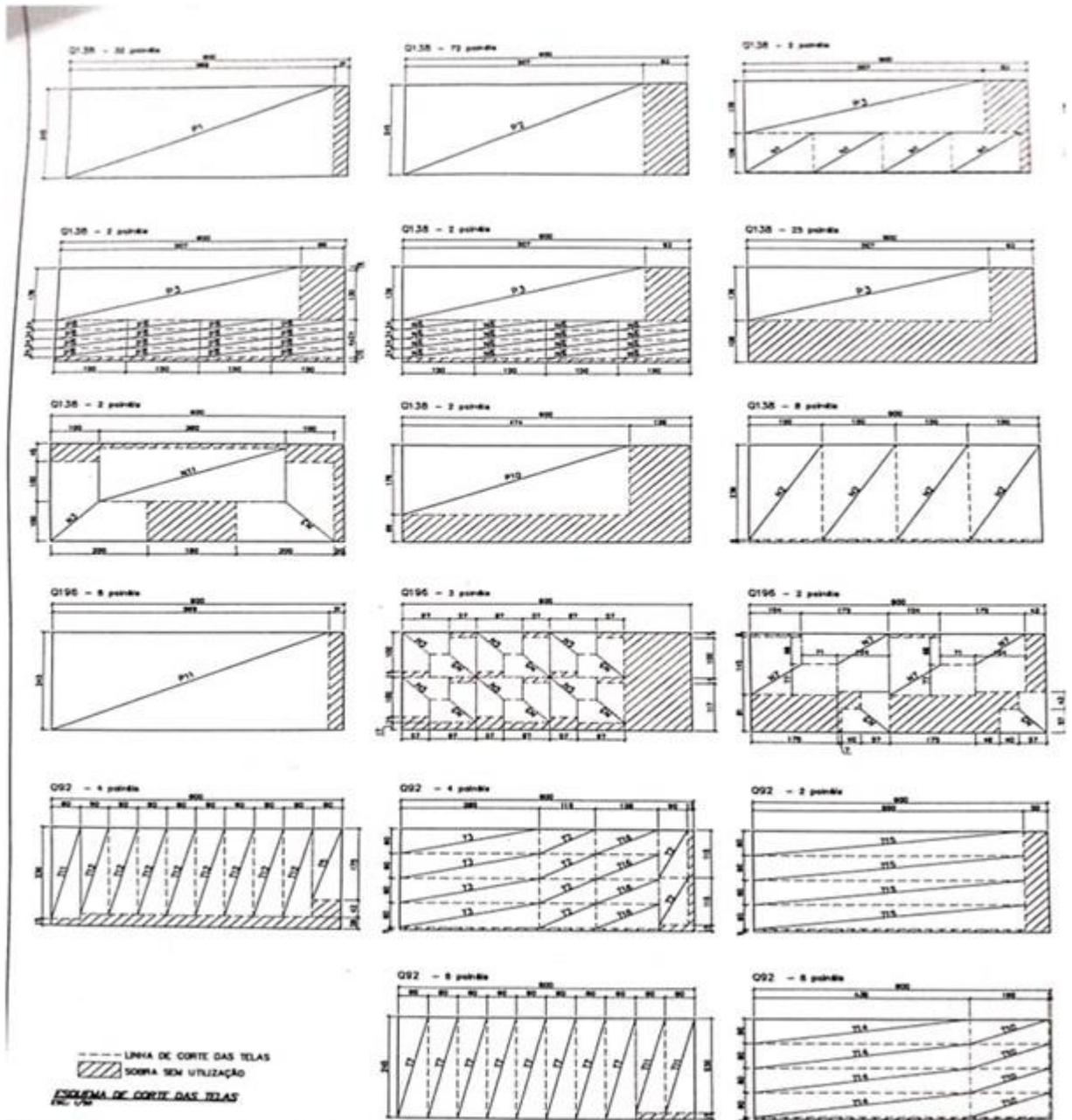


Anexo 4: Resumo do aço 2

RELAÇÃO TELAS SOLDADAS					
POS.	TELA	QTD.	DIMENSÕES (m)	PESO/UN. (kgf/peça)	PESO TOT. (kgf)
P1	Q138	32	2,45 x 3,69	30,67	981,41
P2	"	72	3,07 x 2,43	27,33	1987,53
P3	"	40	0,07 x 1,39	15,90	620,18
P4	"	18	1,64 x 2,71	9,78	156,48
P5	"	8	1,64 x 1,24	4,47	36,78
P6	"	18	1,56 x 1,60	3,49	67,56
P7	"	18	1,34 x 1,66	3,54	68,67
P8	"	32	0,24 x 1,50	0,79	25,34
P9	"	4	4,74 x 2,45	23,55	102,19
P10	"	2	4,74 x 1,78	18,35	36,70
P11	Q198	8	2,45 x 3,69	43,35	348,64
P12	"	8	3,07 x 2,43	38,63	309,10
T1	Q92	32	2,60 x 0,60	2,49	79,56
T2	"	32	1,15 x 0,60	1,02	32,68
T3	"	64	2,63 x 0,60	2,53	161,97
T4	"	32	2,70 x 0,60	2,40	78,72
T5	"	32	1,73 x 0,60	1,55	49,73
T6	"	32	1,40 x 0,60	1,24	39,78
T7	"	48	2,45 x 0,60	2,18	104,43
T8	"	32	0,95 x 0,60	0,84	27,00
T9	"	32	3,20 x 0,60	2,64	90,93
T10	"	48	1,60 x 0,60	1,48	68,90
T11	"	18	2,30 x 0,60	2,04	32,68
T12	"	32	2,17 x 0,60	1,93	61,60
T13	"	32	0,65 x 0,60	0,56	18,47
T14	"	32	4,35 x 0,60	3,98	123,61
T15	"	8	5,50 x 0,60	4,68	38,07
T16	"	18	1,28 x 0,60	1,14	18,19
N1	Q138	32	1,04 x 1,45	3,32	106,16
N2	"	32	1,50 x 2,39	7,89	252,38
N3	"	18	2,00 x 2,00	8,80	140,80
N4	"	18	0,75 x 0,75	1,24	19,80
N5	Q198	40	0,97 x 1,00	3,02	120,87
N6	Q138	32	0,24 x 1,50	0,79	25,34
N7	Q198	8	1,75 x 1,45	7,89	63,13
N8	"	8	1,50 x 2,39	11,15	89,19
N9	Q138	4	2,35 x 1,34	6,93	27,71
N10	"	4	1,00 x 1,30	2,88	11,44
N11	"	2	1,34 x 3,80	11,20	22,40
PESO TOTAL P/ 1 BLOCO CONJUGADO					6663,5KG

RESUMO TELAS SOLDADAS									
DESCRIÇÃO DA TELA	ESPAÇAMENTO ENTRE FIOS(mm)		FRAZAS (mm)		DIÂMETRO (mm)		PESO (kg/PEÇA)	DIMENSÕES (m)	QUNT.
	LONG.	TRANSV.	TRANSV.	LONG.	LONG.	TRANSV.			
Q92	15	15	3,3	5,0	4,2	4,2	21,89	2,60 x 0,60	32
Q138	10	10	3,3	5,0	4,2	4,2	32,30	2,45 x 0,60	181
Q198	10	10	3,3	5,0	5,0	5,0	48,70	2,45 x 0,60	23
PESO TOTAL P/ 1 BLOCO CONJUGADO									7987,4KG

Anexo 5: Plano de corte 3



Anexo 6: Plano de corte 4

