

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COECI - COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PATRÍCIA CARINE MORESCO

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DAS CURVAS DE AGREGAÇÃO DE  
RECURSOS DA PROGRAMAÇÃO DE OBRAS FINANCIADAS E  
EXECUTADAS NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO

2017

PATRÍCIA CARINE MORESCO

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DAS CURVAS DE AGREGAÇÃO DE  
RECURSOS DA PROGRAMAÇÃO DE OBRAS FINANCIADAS E  
EXECUTADAS NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Msc. Gladis Cristina Furlan

TOLEDO

2017



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Toledo  
Coordenação do Curso de Engenharia Civil



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de Nº 72

### **ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DAS CURVAS DE AGREGAÇÃO DE RECURSOS DA PROGRAMAÇÃO DE OBRAS FINANCIADAS E EXECUTADAS NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ**

por

**Patrícia Carine Moresco**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 15:50 h do dia **05 de Junho de 2017** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

---

Profª RenathIELly Fernanda Da Silva  
(UTFPR – TD)

---

Prof. Dr Lucas Boabaid Ibrahim  
(UTFPR – TD)

---

Profª Msc. Gladis Cristina Furlan  
(UTFPR – TD)  
Orientador

---

Visto da Coordenação  
Profª Msc. Silvana da Silva Ramme  
Coordenadora da COECI

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

## DEDICATÓRIA

*Aos meus queridos e amáveis pais, Marlene e Valdecir Moresco.*

*Ao meu irmão, que tanto amo e admiro, Bruno.*

*Ao meu grande amigo, parceiro e namorado Joziel.*

*Não sei lhes dizer o quanto são importantes em minha vida, sei dizer, apenas, que  
não chegaria até aqui sem vocês!*

*Muito obrigada! Eu os amo muito!*

## AGRADECIMENTOS

À DEUS pela família, namorado e amigos que tenho, e por ter me dado saúde, sabedoria e força para que eu chegasse até este momento.

Aos meus pais, Valdecir e Marlene, que mesmo distantes e saudosos, não mediram esforços para fazerem de mim o que sou hoje. Obrigada do fundo do meu coração, eu os amo muito!

Ao meu querido e amado irmão, Bruno, pelo carinho e incentivo sempre que precisei. Você é meu orgulho!

Ao meu namorado, amigo e companheiro, Joziel pelo amor, contribuição, carinho e paciência durante esse período.

A professora orientadora Gladis Cristina Furlan, pelo carinho, paciência e disponibilidade de orientação.

A Edina, Adriana, Michele, Claudia, Caroline, Débora e Regina, grandes amigadas que construí durante esses anos acadêmicos, pelo saudável convívio, companheirismo e pela força em momentos difíceis.

Aos membros da banca, professores Heloísa, Lucas e Renathielly, pelo convite aceito.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *campus* Toledo, todos os professores e funcionários, pelo convívio e conhecimentos passado.

Aos demais familiares e amigos que também me ajudaram a prosseguir esta caminhada, me incentivando, apoiando, e que direta ou indiretamente contribuíram significativamente na realização desse trabalho, meu muito obrigada.

E também, não poderia deixar de agradecer a Aldo Dórea Mattos que foi solícito em me auxiliar, muito obrigada!

*“De fato, se alguém de vocês quer construir uma torre, será que não vai primeiro sentar-se e calcular os gastos, para ver se tem o suficiente para terminar?”*

**Jesus Cristo (Lucas 14:28)**

## RESUMO

MORESCO, Patrícia C. Análise das Curvas de Agregação de Recursos da Programação de Obras Financiadas e Executadas na Região Oeste do Paraná. 2017. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2017.

Diante da necessidade de técnicas de planejamento, programação e controle financeiro na construção civil, buscou-se estudar a aplicação de curvas de agregação de recursos e a derivada da curva S padrão, denominada curva ideal simples. A curva S padrão é obtida a partir de uma equação que gera um gráfico, o qual propõem a quantidade ideal de recursos financeiros mês a mês. Para tal feito, o trabalho analisou cronogramas físicos-financeiros de obras residenciais, aprovadas por agências bancárias para financiamento habitacional, executadas na região oeste do Paraná. As residências possuem dimensões variando entre 30 e 200m<sup>2</sup>, com diferentes prazos de execução e valores financiados. De modo geral, o cronograma físico-financeiro e a curva de agregação de recursos, podem ser utilizadas para gerenciar o processo construtivo. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi comparar o formato das curvas de agregação de recursos financeiros não acumulados, obtida através dos cronogramas físico-financeiros, com a curva ideal simples, identificando o tempo de mobilização, estabilização e desmobilização dos recursos financeiros. Também foi buscado índices que pudessem representar os serviços dos cronogramas com relação ao custo global da obra, e por fim, foi feito uma breve análise da relação do CUB da região com o CUB disponibilizado nos cronogramas físico-financeiros.

**Palavras-chave:** Curva de agregação de recursos. Curva S. Curva padrão. Orçamento de construção civil.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Derivação das curvas de agregação de recursos segundo Heineck.....	29
Figura 2 – Curva de agregação de recursos clássica .....	30
Figura 3 – Formas reais da curva de agregação de recursos .....	30
Figura 4 – Curva de agregação de recursos triangular .....	31
Figura 5 – Curvas de agregação de casos extremos .....	32
Figura 6 – Curva de agregação de recursos não cumulativa .....	33
Figura 7 – Curva de agregação de recursos cumulativa ou curva S genérica .....	34
Figura 8 – Curva de Gauss genérica.....	35
Figura 9 – Fluxograma das etapas realizadas durante o trabalho de conclusão de curso .....	38
Figura 10 – Cronograma físico-financeiro fornecido pela Caixa Econômica Federal. ....	41
Figura 11 – Curva de agregação de recursos (simples) x curva S padrão para $S=2$ e $I=50\%$ (mês de maior consumo financeiro: 4º mês) para uma obra de área e valor qualquer .....	44
Figura 12 – Curva S padrão para obras com duração de 4 meses ( $I=50\%$ ), 5 meses ( $I=40\%$ e $I=60\%$ ) e 6 meses ( $I=50\%$ ) .....	45
Figura 13 – Formato da curva ideal simples para uma obra de dimensão e valor qualquer, para 8 meses de duração com $S=2$ e $I=50\%$ .....	46
Figura 14 – Curva ideal simples para obras com duração de 4 meses ( $I=50\%$ ), 5 meses ( $I=40\%$ e $I=60\%$ ) e 6 meses ( $I=50\%$ ) .....	47
Figura 15 – Total de recurso financeiro acumulado em cada mês através da curva de agregação de recursos não acumulada e da curva ideal simples para uma obra de dimensão e valor qualquer, de 8 meses, com $I=50\%$ e $S=2$ .....	48
Figura 16 – Curva de agregação de recursos não cumulativo x curva ideal simples com duração de 4 meses, para $S=2$ e $I=50\%$ .....	53
Figura 17 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 4 meses, para $S=2$ e $I=50\%$ .....	54
Figura 18 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 4 meses, para $S=2$ e $I=50\%$ .....	55



Figura 19 – Curva de agregação de recursos não cumulativo x curva ideal simples com duração de 5 meses, para S=2 e I=40% .....	57
Figura 20 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 5 meses, para S=2 e I=40% .....	58
Figura 21 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 4 meses, para S=2 e I=40% .....	59
Figura 22 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 5 meses, para S=2 e I=40% .....	60
Figura 23 – Curva de agregação de recursos não cumulativo x curva ideal simples com duração de 5 meses, para S=2 e I=50% .....	62
Figura 24 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 5 meses, para S=2 e I=50% .....	63
Figura 25 – Curva de agregação de recursos não cumulativo x curva ideal simples com duração de 6 meses, para S=2 e I=50% .....	66
Figura 26 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 6 meses, para S=2 e I=50% .....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição analítica de serviço da Caixa (2016).....	22
Tabela 2 – CUB-PR sem desoneração (valores em R\$/m <sup>2</sup> / variação mensal %) referente ao mês de setembro de 2016 .....	23
Tabela 3 – CUB-PR desonerado (valores em R\$/m <sup>2</sup> / variação mensal %) referente ao mês de setembro de 2016 .....	24
Tabela 4 – Dados paramétricos utilizados para avaliação (2010) .....	26
Tabela 5 – Representatividade para estimativa de custos por etapa de obra para o mês de junho de 2006 (em %).....	27
Tabela 6 – Limites de utilização dos coeficientes I e S .....	37
Tabela 7 – Valores para a curva S padrão para os cronogramas com duração de 4 meses (I=50%), 5 meses (I=40% e I=60%) e 6 meses (I=50%) .....	45
Tabela 8 – Valores para a curva ideal simples para obras de 4 meses (I=50%), 5 meses (I=40% e I=60%) e 6 meses (I=50%) .....	47
Tabela 9 – Serviços realizados de acordo com o cronograma físico-financeiro fornecido pela Caixa Econômica Federal.....	49
Tabela 10 – Dispersão do coeficiente de variação de Pearson segundo GOMES (1990) ....	50
Tabela 11 – Estimativas de gastos por etapa de obra de acordo com padrão de acabamento (%).....	51
Tabela 12 – Distribuição dos recursos financeiros mês a mês x curva ideal simples (S=2 e I=50%) para obras com duração de 4 meses.....	52
Tabela 13 – Distribuição dos recursos financeiros mês a mês x curva ideal simples (S=2 e I=40%) para obras com duração de 5 meses.....	56
Tabela 14 – Distribuição dos recursos financeiros mês a mês x curva ideal simples (S=2 e I=50%) para obras com duração de 5 meses.....	61
Tabela 15 – Distribuição dos recursos financeiros mês a mês x curva ideal simples (S=2 e I=50%) para obras com duração de 6 meses.....	64
Tabela 16 – Representatividade dos serviços (em %) para residências de até 100m <sup>2</sup> .....	69
Tabela 17 – Representatividade dos serviços (em %) para residências de 100,01m <sup>2</sup> a 200m <sup>2</sup> .....	70

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CD	<i>Compact Disc</i>
CER's	<i>Cost Estimating Relations</i> (Relações Paramétricas de Custo)
CND	Certidão Negativa de Débitos
COM	<i>Critical Path Method</i>
CUB	Custo Unitário Básico da Construção Civil
FGV	Fundação Getúlio Vargas
IBDA	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCC-M	Índice Nacional de Custo da Construção do Mercado
INSS	Instituto Nacional de Seguridade Social
NB	Norma Brasileira
PAC	Programa de Aceleração de Crescimento
PAIC	Pesquisa Anual da Indústria da Construção
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PDF	<i>Portable Document Format</i> (Formato Portátil de Documento)
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
RAE	Relatório de Acompanhamento de Obra
Sesc	Serviço Social do Comércio
SFH	Sistema Financeiro da Habitação
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da
Construção Civil	
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná
TCPO	Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos da Pini

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	14
1.2	OBJETIVOS .....	16
1.2.1	Objetivo Geral .....	16
1.2.2	Objetivos Específicos .....	16
1.3	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
2.1	ORÇAMENTO .....	18
2.1.1	Definição de Orçamento.....	18
2.1.2	O Orçamento na Construção Civil.....	19
2.1.3	Tipos de Orçamentos .....	21
2.1.3.1	Orçamento detalhado, discriminado ou analítico .....	21
2.1.3.2	Estimativa de custo .....	22
2.1.3.3	Orçamento Paramétrico ou Preliminar .....	24
2.2	CURVAS DE AGREGAÇÃO DE RECURSOS E CURVA S .....	27
2.2.1	Curva de agregação de recursos não cumulativa .....	32
2.2.2	Curva de agregação de recursos cumulativa (Curva S).....	33
2.2.3	Curva S Padrão.....	36
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>38</b>
3.1	ESTUDO BIBLIOGRÁFICO.....	38
3.2	CAMPO AMOSTRAL.....	39
3.3	COLETA DE DADOS .....	39
3.4	CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS .....	42
3.5	ANÁLISE DOS DADOS.....	43
3.5.1	Análise da curva S padrão .....	43
3.5.2	Análise da curva ideal simples .....	46

3.5.3	Análise da curva de agregação de recursos não acumulada.....	48
3.5.4	Percentuais de representatividade dos serviços .....	49
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>52</b>
4.1	ANÁLISE DA CURVA DE AGREGAÇÃO DE RECURSOS POR DURAÇÃO DA OBRA	
4.1.1	Residências com duração de 4 meses .....	52
4.1.2	Residências com duração de 5 meses .....	55
4.1.2.1	Para I=40%.....	55
4.1.2.2	Para I=50%.....	61
4.1.3	Residências com duração de 6 meses .....	64
4.2	PERCENTUAIS DE REPRESENTATIVIDADE DOS SERVIÇOS .....	69
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>73</b>
<b>6</b>	<b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>76</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Um projeto é considerado de sucesso quando concluído dentro do prazo e custos previstos. O bom planejamento de um projeto é de suma importância, visto que pequenos descuidos ou deficiências no gerenciamento podem gerar consequências, tais como atrasos e gastos extras (MATTOS, 2010).

Mattos (2010) afirma também que, infelizmente muitas obras ainda são executadas sem qualquer planejamento. Entretanto, é preciso saber planejar para saber controlar e corrigir os problemas que possam surgir no decorrer do tempo.

Como ferramenta de programação e controle de um projeto, a curva de agregação de recursos e a curva S (forma acumulativa da curva de agregação) tem por objetivo expressar o consumo de recursos (mão de obra, materiais, equipamentos, dentre outros) de cada período da produção ao longo do tempo.

De modo geral, o custo originalmente orçado pode ser comparado ao custo real efetivo, de acordo com a evolução do projeto por meio da elaboração da curva de agregação de recursos.

Através desta ferramenta, é possível prever o progresso físico e financeiro do empreendimento. Isto é, além do controle do custo da produção, a curva de agregação de recursos e curva S, proporcionam respostas rápidas, precisas e de fácil entendimento, possibilitando um maior controle e projeção do desenvolvimento das atividades e recursos necessários à execução da obra (HEINECK, 1989).

Neste sentido, o presente trabalho buscou aplicar os conceitos das curvas de agregação de recursos, em obras residenciais financiadas, de diferentes valores e dimensões, na Região Oeste do Paraná. Para isso, foram coletadas informações em cronogramas físico-financeiros. O objetivo foi identificar o comportamento das curvas de agregação e curva S padrão dos cronogramas analisados, comparando-as com a curva ideal simples (forma desagregada dos recursos financeiros da curva S padrão), bem como a identificação da representatividade dos serviços realizados.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos, a construção civil emergiu como um dos setores que mais contribuiu para o crescimento econômico e a inclusão social. Uma parte desse crescimento pode ser atribuído à execução de programas governamentais como o Programa de Aceleração do Crescimento e o Programa Minha Casa Minha Vida (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC, 2016).

De acordo com a Plataforma de Indicadores do Governo Federal, o número de unidades habitacionais financiadas no Brasil pelo Programa Minha Casa Minha Vida, do ano de 2009 a 2014, chegou a 11.873.411 residências. Somente no ano de 2014, o número de casas financiadas foi de 3.763.599 casas.

Durante o período de 2009 a 2014, o Paraná ficou entre os cinco estados que tiveram mais unidades habitacionais financiadas no Brasil, um total de 808.396, sendo o Estado de São Paulo com o maior número (2.183.843 unidades financiadas). Já o número de financiamentos no Estado do Paraná foi de 261.049 somente em 2014.

As famílias brasileiras passaram a acreditar na possibilidade de ter a casa própria. Tudo isso, devido a redução dos juros, o crescimento de sua renda e a criação de programas de financiamento habitacional, como o Minha Casa, Minha Vida. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2013, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o número de financiamentos de casa própria cresceu 5,7% entre os anos de 2012 e 2013. Cerca de 177,5 mil unidades habitacionais foram financiadas (PAC, 2014).

Com o surgimento desses programas, o número de empresas ligadas a construção aumentou. No ano de 2014, a PAIC (Pesquisa Anual da Indústria da Construção) verificou um aumento de 7,5% no número de empresas ativas em relação a 2013, passando de 110,7 mil para 119,0 mil empresas.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (IBDA), com o aumento da competitividade, surgiu também o problema de qualidade, competitividade e produtividade na construção civil. Para contornar esta situação, o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), lançado em 1998 pelo Governo Federal, busca ampliar o acesso à moradia de qualidade para a população de menor renda, elevando os patamares de qualidade e produtividade da

indústria da construção civil, usando estratégias ambientais, sociais e economicamente sustentáveis.

É de conhecimento prático, também, que uma obra mal programada exige custos financeiros extras devido à má utilização dos recursos disponíveis. Os problemas financeiros carregam consigo problemas relacionados com o tempo, pois a obra normalmente atrasa (CASAROTTO, 1995).

Para contornar esse tipo de situação, tem-se a curva de agregação de recursos cumulativas, também chamadas de curva S. Esta curva integra programação da produção e custo (HEINECK, 1989) e a partir dela, é possível medir o avanço da obra no decorrer do tempo (GALLOIS, 2014).

As referências encontradas sobre curvas de agregação e curva S são genéricas. Além disso, existem diferentes tipos de obras (residenciais, industriais, comerciais), que devem ser distinguidas umas das outras para que seja possível a aplicação destas curvas (CASAROTTO, 1995).

Existe na literatura uma curva S padrão, também conhecida como curva teórica. Esta curva é proveniente de uma equação matemática<sup>1</sup> (equação 1), a qual lhe confere um comportamento ideal (MATTOS, 2010), levando em consideração a melhor distribuição de recursos ao longo do tempo para obras da construção civil:

$$\%_{acumulada}(n) = 1 - \left[ 1 - \left( \frac{n}{N} \right)^{\log I} \right]^S \quad (1)$$

Onde:

(n) - avanço acumulado (em %) até o período;

n = número de ordem do período;

N = prazo (número total de períodos);

I = ponto de inflexão (mudança de concavidade da curva);

S = coeficiente de forma (depende do ritmo e da particularidade da obra).

Ainda segundo Mattos (2010), é possível analisar a programação prevista de um projeto em relação a uma programação ideal, comparando a curva S padrão a outro parâmetro teórico.

---

<sup>1</sup> Os coeficientes I e S são valores tabelados, e assim como a equação matemática, são abordados no capítulo 2.2.3.



O trabalho foi realizado em função do grande número de obras financiadas nos últimos tempos, e pela pouca utilização prática das curvas de agregação de recursos não cumulativos e a curva S padrão. Além disso, a utilização destas curvas auxiliam a programação das obras, seu controle financeiro e fornece dados para elaboração de estimativas preliminares de custo.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar dados de cronogramas físico-financeiros de obras residenciais aprovados por agências bancárias para financiamento habitacional.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- i) Identificar o formato das curvas de agregação e curvas S padrão dos cronogramas analisados.
- ii) Comparar o formato das curvas dos cronogramas analisados com a curva ideal simples indicada na literatura.
- iii) Identificar a representatividade de cada serviço no custo global da obra.
- iv) Identificar serviços que possam fornecer intervalos de confiança a fim de colaborar com estimativas preliminares de custo.

## 1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa está delimitada na análise de cronogramas físico-financeiros de obras residenciais, financiadas por agências bancárias da região Oeste do Estado do Paraná.

Tais cronogramas, além de aprovados pelas agências financiados, também foram executados na região. Para isso, a coleta foi realizada nos escritórios que aprovam os cronogramas para as referidas agências e também nos escritórios de profissionais que possuem cronogramas já aprovados pelas agências.

A coleta levou em consideração obras com prazos de execução e dimensões variadas. As informações utilizadas para as análises realizadas no trabalho se referem ao percentual de distribuição de recursos ao longo do tempo, percentual de representatividade de cada serviço de obra, área da construção, duração da obra e valor total financiado.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta os conceitos relacionados a orçamento, além das curvas de agregação de recursos não cumulativas e cumulativas, assim como a curva S padrão. Estas definições subsidiam as análises efetuadas neste trabalho.

### 2.1 ORÇAMENTO

#### 2.1.1 Definição de Orçamento

Orçar é definir e quantificar insumos, mão de obra e equipamentos necessários para a realização de uma obra ou serviço, assim como os respectivos custos e o tempo de duração dos mesmos (ÁVILA, LIBRELOTTO, LOPES, 2003; MARTINS, 2014).

De acordo com Taves (2014), o orçamento de uma obra é produto de uma série de serviços previstos e planejados, e que são indispensáveis a execução da obra. Orçar é prever o custo de uma obra previamente a sua execução.

Neste sentido, o orçamento é uma previsão da receita e despesa de um indivíduo, empresa ou organismo. É a estimativa de preços e descrição detalhada de materiais e atividades para a realização de uma obra (LOSSO, 1995).

O orçamento de uma obra ou a atividade de orçar uma obra significa identificar o custo global que esta obra apresentará ao seu final (JESUS, 2008). Ou seja, determina o valor pelo qual a empresa compromete-se a executar a obra (MONTEIRO, 2014).

Para Bornia e Lunkes (2007), os princípios fundamentais do orçamento são o planejamento e controle do resultado. Assim como para Suave (2013), o orçamento centraliza o gerenciamento, o que garante disciplina financeira da empresa e gestão eficiente dos recursos sobre a obra.

Por isso, quanto mais minucioso for o orçamento de uma obra, mais próximo ele será do custo real (SILVA et al, 2015). Com relação a isso, Mattos (2006) também afirma que um orçamento mal elaborado pode resultar em prejuízo para a empresa, devido à falta de critérios técnicos e econômicos.

Desta forma, para o construtor, o orçamento é a soma dos custos unitários desembolsados por ele, acrescido dos impostos e lucros previstos. Esta somatória, resulta no valor total, a ser recebido do proprietário do empreendimento, para a execução do serviço (MATTOS, 2006).

### 2.1.2 O Orçamento na Construção Civil

No Brasil, a estimativa de custos, de acordo com Losso (1995), se tornou prática em 1965, quando a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) aprovou a norma brasileira NB-140. Em 1992, esta norma foi atualizada pela NBR 12721 — Avaliação de Custos Unitários e Preparo de Orçamentos de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínio.

Em seu estudo, Assis (2010) afirma que é imprescindível o conhecimento de todos os custos da realização de uma obra. Visto isso, as empresas passaram a se readequar ao mercado consumidor. Porém, uma das grandes dificuldades hoje, é saber o custo de uma obra num futuro próximo. Os valores que vem sendo apresentados por meio de orçamentos e cronogramas físico-financeiros costumam se diferir e muito, da realidade.

Um dos requisitos fundamentais para um bom orçamento, é que o profissional responsável, saiba interpretar bem os projetos. Quanto maior o nível de detalhamento dos serviços a serem realizados, mais preciso será o orçamento, possibilitando a identificação de futuras dificuldades e conseqüentemente seus custos de execução (MATTOS, 2006).

Segundo Kern (2005), as principais falhas e deficiências dos sistemas tradicionais de gestão de custos empregados, resumem-se em falhas no sistema de controle e na falta de planejamento dos custos ao longo do tempo.

Esse é um grande desafio para as empresas. Pois cada projeto é um “novo projeto”, é único em termos de condições locais, estrutura organizacional e produtiva. Isso requer que o orçamento leve em conta as condições de contorno, características e peculiaridades pertinentes ao empreendimento em estudo. Além disso, Losso (1995) e Jesus (2008) enfatizam que a data de elaboração e o grau de precisão são itens importantes que caracterizam o orçamento de uma obra.

Neste sentido, um bom orçamento inclui a análise da execução de uma obra, devendo-se levar em conta, também, aspectos ligados ao gerenciamento, logística, fatores técnicos, operacionais e a realidade física do local (GIESELER, 2009).

Sendo assim, o orçamento de uma obra é um documento prévio a sua execução, não podendo existir lacunas na composição de custos (MATTOS, 2006). Suas variáveis são estimadas, aproximando-se o resultado obtido com o custo real da obra, isto é, o custo apurado após o seu término efetivo.

Entretanto, embora o orçamento não possa ser exato (metuculoso), isto não o exige de um certo grau de precisão, o qual deve ser compatível com a margem de erro esperada pela construtora e pelos contratantes (JESUS, 2008).

Espera-se que o orçamento discriminado seja capaz de definir o custo real de execução de cada atividade ou serviço, servindo de referência para analisar os rendimentos obtidos e faturamento da empresa executora do projeto (ASSIS, 2010).

Contudo, o orçamento discriminado é limitado pelos recursos financeiros disponíveis. Em vista disso, para a obtenção do orçamento discriminado real, é necessário ter todo o conjunto de plantas (arquitetônicas, estruturais e instalações), as especificações de material, prazos e disponibilidade de recursos (pessoal, equipamentos e ferramentas) (LOSSO, 1995).

Com relação a instabilidade e subjetividade orçamentária, Ribeiro (2014) afirma que os bancos de dados, muitas vezes, não refletem a realidade da empresa. Ou seja, as composições orçamentárias procedem a partir de outros bancos de dados, tais como o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil) e da TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos da Pini).

Durante uma obra, também podem ocorrer imprevistos, que interferem diretamente no orçamento inicial da obra, caso não sejam estimados. Dentre os imprevistos tem-se os econômicos, relacionados a inflação; os naturais, como as chuvas; sócio-políticos, como as greves; e qualificação, relacionado com a mão de obra disponível (JESUS, 2008).

Sendo assim, existem diferentes tipos de orçamentos, em função da forma como são realizados e nível de precisão almejada, como apresentado nos próximos itens.

### 2.1.3 Tipos de Orçamentos

Os orçamentos podem variar em função da sua finalidade e do nível de detalhamento disponível dos projetos que servem de subsídio técnico à sua elaboração. Sendo assim, existe um tipo de orçamento para cada necessidade, desde o básico ao detalhado (MINICHIELLO, 2007).

Neste sentido, existem diversos tipos de orçamento que serão apresentados a seguir, tais como orçamento discriminado, por estimativa de custo, e o paramétrico, que é de interesse deste trabalho.

#### 2.1.3.1 Orçamento detalhado, discriminado ou analítico

O orçamento discriminado é aquele em que são determinadas as composições de custos de serviços, o qual relaciona os insumos. Este tipo de orçamento apresenta uma margem de erro menor que o orçamento preliminar (MATTOS, 2010), uma vez que, o preço unitário de cada serviço, bem como o preço total da obra a ser cobrado do cliente, é esmiuçado no orçamento discriminado (ÁVILA, LIBRELOTTO, LOPES, 2003).

Quando realizado com todos os projetos e especificações definitivas, o orçamento detalhado (Tabela 1) é o método de estimativas com resultados de maior precisão. No entanto, sua utilização é limitada nos estágios iniciais de trabalho, onde a análise do custo vai determinar a viabilidade financeira do empreendimento e caracterização do mesmo (BRESSIANI, HEINECK, ROMAN, 2010a).

**Tabela 1 – Composição analítica de serviço da Caixa (2016)**

Classe: FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS		
Tipo: 0043 - CONCRETOS		
Código/Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.CONC.003/01	<b>Concreto FCK = 20 MPa, traço 1: 2,7: 3 (cimento / areia média / brita 1) - Preparo mecânico com betoneira 400 L. AF_07/2016</b>	m <sup>3</sup>
<b>Código SIPC</b> 94964		
Vigência: 07/2016		Última atualização: 07/2016

COMPOSIÇÃO				
Item	Código	Descrição	Unidade	Coefficiente
C	88377	Operador de betoneira estacionária com encargos complementares	H	2,0000
C	88316	Servente com encargos complementares	H	3,1700
I	1379	Cimento Portland Composto CP II-32	Kg	3,2184
I	370	Areia média - posto jazida / fornecedor (sem frete)	m <sup>3</sup>	0,7820
I	4721	Pedra britada nº1 (9,5 a 19 mm) - Posto pedreira / fornecedor (sem frete)	m <sup>3</sup>	0,5850
C	88830	Betoneira capacidade nominal de 400 L, capacidade de mistura 310 L, motor elétrico trifásico de potência de 2 HP, sem carregador - CHP diurno. AF_10/2014	CHP	1,0300
C	88831	Betoneira capacidade nominal de 400 L, capacidade de mistura 310 L, motor elétrico trifásico de potência de 2 HP, sem carregador - CHI diurno. AF_10/2014	CHI	0,9700

Fonte: Adaptado de SINAPI - Cadernos Técnicos de Composições para Produção de Concreto da Caixa, 2016.

Segundo Gonzáles (2008), este orçamento é o mais preciso, porém exige uma grande quantidade de informações, tais como os serviços ou atividades a serem executados na obra.

### 2.1.3.2 Estimativa de custo

A estimativa de custos é realizada a partir de indicadores genéricos, números que fazem parte do banco de dados da empresa e que servem para presumir a faixa de custo da obra. Um indicador bastante utilizado é o custo por metro quadrado construído, mais especificamente o Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB) (MATTOS, 2006).

De acordo com a Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964, § 3 do Art. 54, para que esta seja válida, os orçamentos ou estimativas, baseados nos custos unitário, só poderão ser considerados atualizados, em determinado mês, se baseados

em custos relativos ao próprio mês, ou no máximo a um dos dois meses anteriores. Além disso, é de obrigatoriedade e responsabilidade dos sindicatos estaduais da indústria da construção civil (SINDUSCON) de cada jurisdição, a divulgação mensal dos custos unitários de construção a serem adotados. A Tabela 2 e 3 apresentam um exemplo sem desoneração e desonerado, para as tipologias residencial, comercial e galpão industrial, de como o CUB é divulgado pelo SINDUSCON.

**Tabela 2 – CUB-PR sem desoneração (valores em R\$/m<sup>2</sup> / variação mensal %) referente ao mês de setembro de 2016**

**PROJETOS - Padrão Residencial**

PADRÃO BAIXO			PADRÃO NORMAL			PADRÃO ALTO		
R-1	R\$ 1.336,60	0,04%	R-1	R\$ 1.647,47	0,15%	R-1	R\$ 1.985,33	0,09%
PP-4	R\$ 1.195,74	0,24%	PP-4	R\$ 1.543,46	0,29%	PP-4	R\$ 1.596,56	0,31%
R-8	R\$ 1.133,57	0,34%	<b>R-8</b>	<b>R\$ 1.326,05</b>	<b>0,28%</b>	R-8	R\$ 1.634,06	0,42%
PIS	R\$ 921,95	0,27%	PIS	R\$ 1.280,19	0,35%	PIS		

**PROJETOS - Padrão Comercial - CAL (Com. Andares Livres) e CSL (Com. Salas e Lojas)**

PADRÃO NORMAL			PADRÃO ALTO		
CAL-8	R\$ 1.507,85	0,38%	CAL-8	R\$ 1.626,48	0,41%
CSL-8	R\$ 1.304,34	0,31%	CSL-8	R\$ 1.450,63	0,31%
CSL-16	R\$ 1.734,89	0,35%	CSL-16	R\$ 1.925,62	0,35%

**PROJETOS - Padrão Galpão Industrial (GI) e Residência Popular (RP1Q)**

RP1Q	R\$ 1.399,73	0,07%
GI	R\$ 719,06	0,53%

Fonte: Adaptado de SINDUSCON-PR (Setembro/2016).



**Tabela 3 – CUB-PR desonerado (valores em R\$/m<sup>2</sup> / variação mensal %) referente ao mês de setembro de 2016**

**PROJETOS - Padrão Residencial**

PADRÃO BAIXO			PADRÃO NORMAL			PADRÃO ALTO		
R-1	R\$	1.248,01 0,05%	R-1	R\$	1.524,78 0,13%	R-1	R\$	1.852,20 0,10%
PP-4	R\$	121,29 0,26%	PP-4	R\$	1.434,96 0,32%	PP-4	R\$	1.493,52 0,33%
R-8	R\$	1.063,57 0,36%	<b>R-8</b>	<b>R\$</b>	<b>1.228,54 0,30%</b>	R-8	R\$	1.518,29 0,45%
PIS	R\$	861,60 0,29%	PIS	R\$	1.186,40 0,38%	PIS		

**PROJETOS - Padrão Comercial - CAL (Com. Andares Livres) e CSL (Com. Salas e Lojas)**

PADRÃO NORMAL			PADRÃO ALTO		
CAL-8	R\$	1.399,05 0,41%	CAL-8	R\$	1.516,65 0,44%
CSL-8	R\$	1.206,25 0,34%	CSL-8	R\$	1.349,83 0,34%
CSL-16	R\$	1.604,28 0,38%	CSL-16	R\$	1.791,35 0,38%

**PROJETOS - Padrão Galpão Industrial (GI) e Residência Popular (RP1Q)**

RP1Q	R\$	1.282,39 0,08%
GI	R\$	664,49 0,57%

Fonte: Adaptado de SINDUSCON-PR (Setembro/2016).

Para estimar o custo de construção de um imóvel, basta consultar a tabela correspondente ao mês, identificar o padrão do imóvel e multiplicá-lo pela área a ser construída, conforme a Equação 2 (MATTOS, 2006):

$$\text{Custo Total (R\$)} = \text{Área de Construção (m}^2\text{)} \times \text{CUB (R\$/m}^2\text{)} \quad (2)$$

### 2.1.3.3 Orçamento Paramétrico ou Preliminar

Desde o início de um empreendimento tem-se a necessidade de estabelecer estimativas de custo, mesmo que os projetos arquitetônico, estrutural e instalações não estejam prontos (VIVIAN, 2014).

O orçamento paramétrico baseia-se na Norma NBR 12.721/06. Esta norma determina os procedimentos necessários para obter a área equivalente de construção

(m<sup>2</sup>), custo por metro quadrado (R\$/m<sup>2</sup>), custo total/global (R\$) e outros itens referentes à elaboração de orçamentos (VIVIAN, 2014).

Este orçamento é aproximado, propício quando não há projetos disponíveis para verificação da viabilidade econômica, lucratividade e consultas rápidas de clientes. Além disso, o custo da obra pode ser definido pela área ou volume construído (BORTOLON, 2004; GALLOIS, 2014; GONZÁLES, 2008; TAVES, 2014). Portanto, embora o orçamento paramétrico não seja detalhado e específico, o mesmo pode ser utilizado como um método para definir previamente o custo total de um empreendimento.

Segundo Gonzáles (2008) e Taves (2014), os custos unitários de construção, podem ser obtidos a partir de experiências anteriores pela construtora, ou por indicadores genéricos como, por exemplo, o Custo Unitário Básico (CUB), definido pela NBR 12721:2006 e calculado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil de cada estado. Outros indicadores são o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e o INCC-M/FGV (Índice Nacional de Custo da Construção do Mercado), disponibilizado pela Fundação Getúlio Vargas.

Bortolon (2004) e Gonzáles (2008) reiteram que o valor obtido no orçamento paramétrico é estimativo e é indicado para a análise de viabilidade, para então definir, se deve ou não prosseguir na análise, já que as etapas seguintes necessitarão de recursos financeiros.

O orçamento paramétrico provém da fragmentação do custo global da obra e das Relações Paramétricas de Custo (*Cost Estimating Relations - CER's*). Estas relações estabelecem uma ligação entre os custos fragmentados e alguma variável relevante na caracterização do projeto (OTERO, 1998).

Como modelo de fragmentação do custo, tem-se um levantamento paramétrico realizado por Bressiani, Heineck, Roman (2010a) em 20 obras de luxo de uma construtora de Florianópolis. Suas áreas variavam entre 213,90m<sup>2</sup> e 335,59m<sup>2</sup>. Por meio da análise detalhada do projeto arquitetônico dos pavimentos-tipos, os autores levantaram as quantidades de alguns itens, tais como área de esquadrias, número de portas e área de revestimentos. Após isso foram elaborados gráficos, relacionando para cada projeto, a quantidade destes itens e a área do pavimento-tipo. Com isso, foram geradas equações, as quais são apresentadas na Tabela 4.

**Tabela 4 – Dados paramétricos utilizados para avaliação (2010)**

Itens	Equação	R <sup>2</sup>	Valores Médios
Esquadrias de alumínio	$y = 0,175X - 6,54$	0,7	0,152
Número de portas	$y = 0,0731X + 0,922$	0,58	0,076
Comprimento de Paredes externas	$y = 0,29X + 1,58$	0,72	0,305
Comprimento de Paredes internas	$y = 0,38X + 13,148$	0,83	0,429
Comprimento de Paredes	$y = 0,67X + 14,73$	0,87	0,734
Área de revestimento externo	$y = 0,73X - 3,62$	0,75	0,726
Área de revestimento interno	$y = 1,63X + 85$	0,77	1,952
Área de revestimento interno (azulejos)	$y = 0,817X - 4,40$	0,52	0,686
Área de piso do setor social	$y = 0,3979X - 15,85$	0,85	0,339
Área de piso frio	$y = 0,2023X - 6,27$	0,89	0,18
Área de sacadas	$y = 0,0553X - 2,63$	0,17	0,046
Comprimento do rodapé	$y = 0,5312X + 11,115$	0,78	0,5724
Área de teto para revestimento e pintura PVA	$y = 0,622X + 1,06$	0,95	0,62
Área de teto para forro de gesso	$y = 0,1824X + 1,17$	0,99	0,17

Nota: X significa área do pavimento tipo

Fonte: Adaptado de Bressiani, Heineck, Roman (2010a).

Com relação a Tabela 4, as equações permitem identificar as quantidades dos itens de acordo com a área do pavimento tipo, representado pela letra X, e o R<sup>2</sup> mostra a precisão dos resultados encontrados ao utilizar estas equações.

O orçamento paramétrico, realizado a partir de valores obtidos em experiências anteriores pelas construtoras ou por indicadores genéricos, como por exemplo o Custo Unitário Básico (CUB), permite uma análise prévia quanto à viabilidade e lucratividade do empreendimento (TAVES, 2014).

Segundo Bressiani, Heineck, Roman (2010a), o desenvolvimento de trabalhos, na área de estimativas preliminares de custo, que verifiquem a coerência dessas equações geradas, ainda é escasso.

Outro modelo de fragmentação de custos e muito utilizado pelas financiadoras, é a estimativa de custos por etapa de obra. Segundo Mattos (2006), este tipo de orçamento leva em consideração o percentual representativo de cada etapa da obra com relação ao seu custo total, tal qual mostra a Tabela 5.

**Tabela 5 – Representatividade para estimativa de custos por etapa de obra para o mês de junho de 2006 (em %)**

ETAPAS CONSTRUTIVAS	HABITACIONAL						COMERCIAL		INDUSTRIAL	
	Residencial			Prédio com Elevador	Prédio sem Elevador			Prédio com Elevador	Prédio sem Elevador	Galpão
	Fino (1)	Médio (2)	Popular (3)	Fino (4)	Médio (5)	Popular (6)	Fino (7)	Médio (8)	Médio (9)	
Serviços Preliminares	2,7 a 3,8	2,8 a 4,5	0,7 a 1,5	0,2 a 0,3	0,4 a 0,8	1,3 a 2,5	0 a 1	0,5 a 0,9	1,2 a 2,3	
Movimento de Terra	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	
Fundações Especiais	-	-	-	3 a 4	3 a 4	3 a 4	3 a 4	3 a 4	4 a 5	
Infraestrutura	6,9 a 7,5	3,6 a 4,2	2,2 a 4,1	1,9 a 2,5	3,6 a 4,2	4,4 a 5	2,9 a 3,4	4,4 a 5,3	3,4 a 4,3	
Superestrutura	15,9 a 18,7	13,2 a 18,3	11,5 a 14,6	29,2 a 35,7	26,5 a 33,1	22,6 a 28,1	25,4 a 30,4	22,5 a 26,9	6,8 a 9	
Vedação	3,9 a 6,5	6,7 a 10,5	6,9 a 12,2	2,7 a 3,8	3,7 a 7,3	6,9 a 11,8	2,8 a 3,9	4,3 a 6,8	2,1 a 3,7	
Esquadrias	2,6 a 5,2	7,3 a 13,5	8 a 13,3	6,9 a 12,7	4,2 a 7,5	2,8 a 4,9	7,1 a 14,1	7,9 a 14,6	10,1 a 19,1	
Cobertura	0 a 0,5	3,5 a 7,6	8,5 a 16,8	-	0,6 a 1,7	-	-	-	20,5 a 30,8	
Instalações Hidráulicas	11,6 a 13,7	11,5 a 13,5	11,7 a 12,7	10,8 a 12,6	9,9 a 11,6	10,4 a 11,4	9,5 a 10,5	7,4 a 8,4	4,6 a 5,5	
Instalações Elétricas	3,8 a 4,8	3,8 a 4,8	3,8 a 4,8	4,5 a 5,4	3,7 a 4,6	3,8 a 4,8	3,7 a 4,6	3,8 a 4,7	5 a 6	
Impermeabilização e Isolação térmica	10,1 a 13,1	0,3 a 0,7	0,4 a 0,8	1,3 a 2,6	1,3 a 1,9	5 a 6,4	1,9 a 2,6	6,4 a 7,8	1 a 1,5	
Revestimento (pisos, paredes e forros)	20,8 a 28,1	23,7 a 29,5	21,9 a 30,2	17,8 a 23,1	23,2 a 29,5	21,5 a 30,3	14,9 a 21	15,9 a 19,2	6,9 a 9,6	
Vidros	1,9 a 3,5	0,5 a 1	0,9 a 1,8	1,5 a 3	0,5 a 0,9	0,4 a 0,8	1,7 a 3,7	1,5 a 2,9	0 a 0,4	
Pintura	3,6 a 5,2	5,7 a 7,4	3,8 a 4,7	3,1 a 4	4,6 a 6,2	2,5 a 3,3	6,1 a 9,2	6 a 7,7	5 a 7,5	
Serviços Complementares	1,9 a 2,9	0,5 a 0,6	0,5 a 1	0,2 a 0,8	0 a 1	0,5 a 1	0 a 0,9	0 a 7,7	9,6 a 13,8	
Elevadores	-	-	-	2,7 a 3,3	-	-	5,2 a 6,4	-	-	

Veja as informações relativas às tipologias construtivas na tabela do CUPE - Custo Unitário Pini de Edificações

**Fonte: Adaptado de Mattos, 2006.**

Deve-se ter em conta, que os percentuais apresentados na Tabela 5 são apenas referenciais e que obras excepcionais, com grandes balanços, terrenos com grandes aclives, ou mesmo que demandem uma atenção diferenciada, requerem um orçamento mais elaborado (MATTOS, 2006).

## 2.2 CURVAS DE AGREGAÇÃO DE RECURSOS E CURVA S

O clássico cronograma físico-financeiro, apresentado juntamente com as propostas e orçamentos de obras, sejam financiadas por órgãos públicos, privados ou pelo Sistema Financeiro da Habitação (SFH), é um dos membros da família de curvas de agregação de recursos. Além disso, juntos, o cronograma físico-financeiro e as curvas de agregação de recursos, são capazes de organizar e gerenciar todo o processo construtivo (HEINECK, 1989).

Os projetos, em sua grande maioria, costumam ser longos e conter diversos serviços e que demandam muitos recursos financeiros. Visto isso, é necessário controlar o avanço da obra e dos recursos ao longo do tempo (MATTOS, 2010).

Segundo Heineck (1989), um bom gerenciamento do processo construtivo, não tem necessidade de técnicas sofisticadas. Em virtude disso, a curva de agregação de recursos tem grande aplicação devido sua simplicidade, podendo ser utilizada juntamente com outros instrumentos mais sofisticados de programação de controle, como as técnicas de rede (PERT/CPM).

A curva de agregação de recursos, é uma ferramenta de controle, que integra programação da produção e custo. Essa técnica agrega todos os recursos utilizados em uma obra, período a período. Tais recursos podem ser homens hora, número de homens, volume ou quantidade de materiais ou, simplesmente, o valor monetário investido no projeto. O período, por sua vez, pode ser em dias, semanas, meses ou anos (HEINECK, 1989).

De modo geral, as curvas de agregação de recursos podem ser empregadas com o objetivo de expressar o desenvolvimento do consumo de recursos ao longo do tempo (KERN, 2005).

Uma distribuição de um tipo qualquer de recurso, ou mesmo de um conjunto de recursos utilizados em um projeto em função do tempo, pode ser analisado pela técnica de curva de agregação de recursos (ICHIHARA, 1998).

Para Balarine (2001), a curva de agregação de recursos consiste na soma de todos os recursos de um projeto, representando o planejamento, programação e controle dos projetos.

Esta curva, propriamente dita, mostra a evolução de um ou mais recursos utilizados em um projeto. A curva de agregação de recurso, apresenta os valores mensais, não acumulados. A mais conhecida é a curva S ou curva de agregação acumulada, a qual é obtida fundada na apresentação dos gastos acumulados em cada período (BRESSIANI, HEINECK ROMAN, 2010a).

Por ser de fácil entendimento e aplicabilidade, as curvas de agregação podem ser empregadas para várias finalidades no decorrer de um projeto. De acordo com Scopel et al (2006) e Heineck (1989), as curvas de agregação podem ser utilizadas na escala macroeconômica na programação e controle de obra e a níveis microeconômicos, como administração financeira, orçamentos, programação, controle, gerenciamento de obras e empresas.

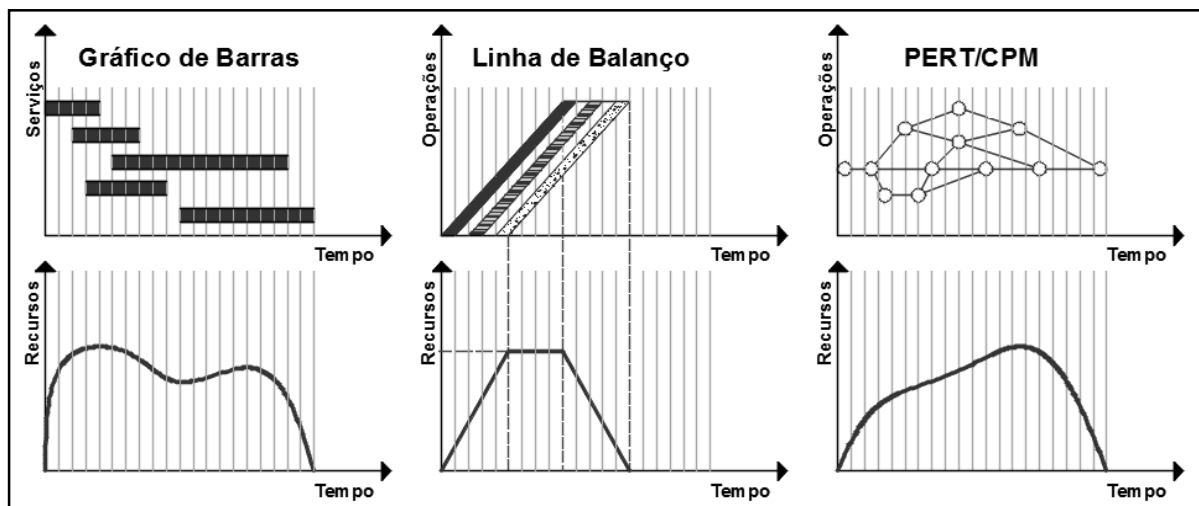
O fluxo de caixa de um empreendimento, quando visualizado através das curvas de agregação de recursos, consegue controlar melhor os custos. Além disso, identifica mais facilmente os períodos de fluxo positivos e negativos (KERN;

FORMOSO, 2004), e o limite de recursos financeiros que podem ser investidos (SCOTTI, 2014).

Por meio da curva S, torna-se possível medir o avanço da obra no decorrer do tempo. Pode-se afirmar, então, que a curva de agregação de recursos ou curva S, é uma ferramenta de controle, que pode auxiliar o planejamento de projetos, pois agrega um ou mais fatores de produção (material, mão de obra, equipamentos, etc.) ao longo do tempo (GALLOIS, 2014).

De acordo com Heineck (1989), a curva de agregação de recursos depende, sobretudo, do conteúdo de mão de obra, ou seja, do consumo de recursos ou serviços no período analisado, podendo assim, apresentarem uma forma qualquer.

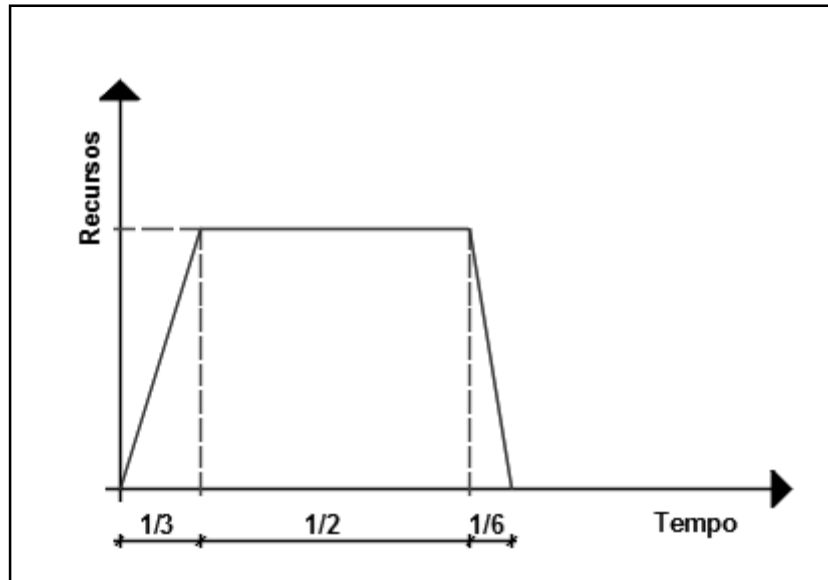
Pode-se afirmar, ainda, que a curva de agregação de recursos, deriva de algumas ferramentas, tais como: o gráfico de Gantt (gráfico de barras) e linha de balanço e redes PERT/CPM (Figura 1), bastando somar, período a período, o consumo de recursos nas atividades de interesse. Porém, isto não impede que as curvas de agregação se tornem hierárquicas e determinem a programação das obras a serem realizadas (HEINECK, 1989).



**Figura 1 – Derivação das curvas de agregação de recursos segundo Heineck**  
**Fonte: Adaptado de Heineck, 1989.**

Bressiani, Heineck, Roman (2010a); Casarotto (1995); Heineck (1989), citam em seus trabalhos a curva de agregação clássica, que remete a ideia de um trapézio. Segundo os autores, o consumo de recursos atinge estabilidade depois de decorrido 1/3 do período de obra. Durante metade do prazo de obra, este consumo de recursos

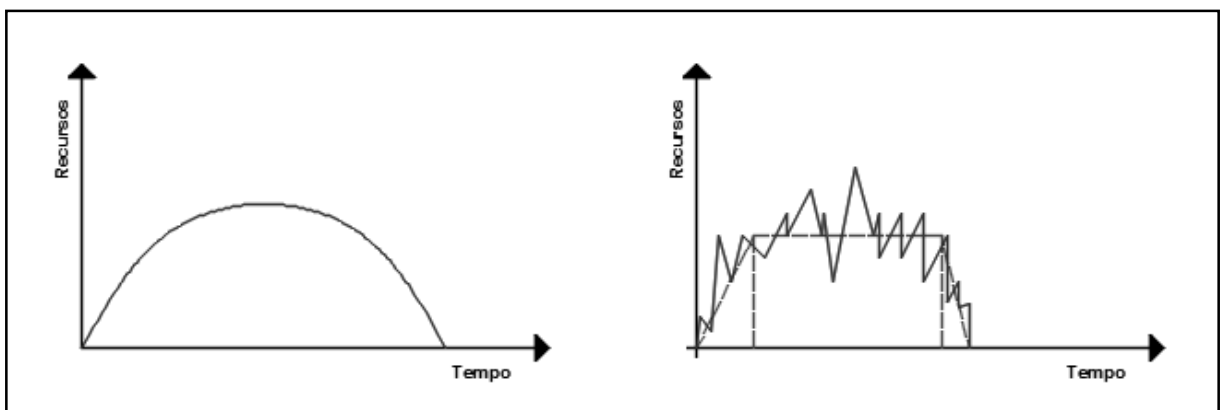
se mantém constante, quando então, sai da zona de estabilidade e reduz a  $1/6$  da fase final do prazo total da obra, como apresentado na Figura 2.



**Figura 2 – Curva de agregação de recursos clássica**  
 Fonte: Adaptado de Heineck, 1989.

Com relação a Figura 2, a área sob a curva corresponde ao volume total dos recursos. Através desta relação é possível calcular o valor máximo a ser consumido no patamar constante (CASAROTTO, 1995).

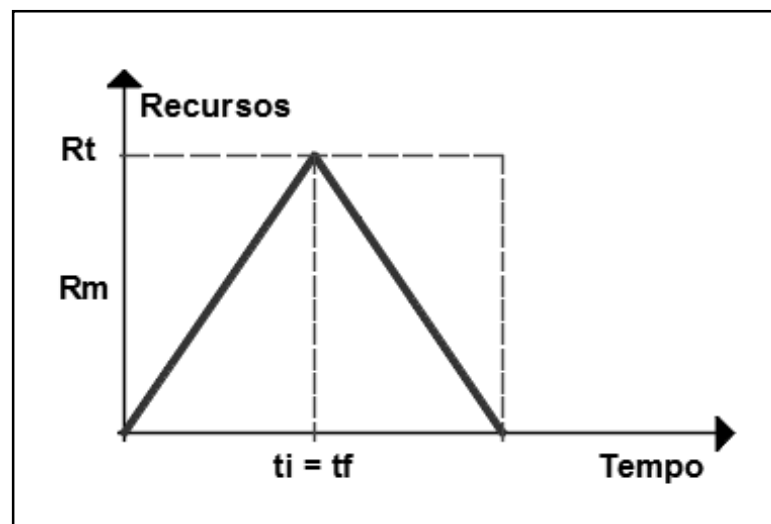
A forma trapezoidal da curva de agregação é apenas uma idealização teórica, uma abstração na tentativa de simplificar a modelagem. Sua aplicação pode levar a curvas de formas bem variadas, como curvas em forma de sino ou mesmo formas muito erráticas, (Figura 3). Porém, com o intuito de simplificar a modelagem, tenta-se encaixar formas trapezoidais nos gráficos (HEINECK, 1989).



**Figura 3 – Formas reais da curva de agregação de recursos**  
 Fonte: Adaptado de Heineck, 1989.

Basicamente, as curvas de agregação de recursos são recomendadas para controlar simultaneamente o tempo e o custo da obra (CASAROTTO,1995), ou seja, podem ser empregadas como técnica de planejamento, programação e/ou como técnica de controle.

Outro modelo de curva de agregação de recursos, é a triangular (Figura 4). Nesta, a obra não possui patamar, isto é, a mesma quantidade de recursos é alocada ao projeto, período após período. Em resumo, assim que finaliza a mobilização, é iniciada a desmobilização, percebendo-se nitidamente a divisão do período da obra (HEINECK, 1989).

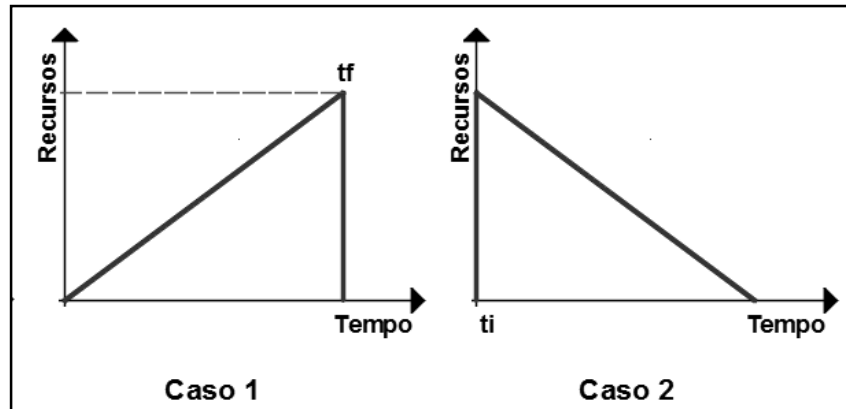


**Figura 4 – Curva de agregação de recursos triangular**  
**Fonte: Adaptado de Heineck, 1989.**

Ainda segundo Heineck (1989), pelas próprias noções elementares de áreas de triângulos, é possível perceber que a alocação máxima de recursos só pode ser igual a 2 vezes a alocação média destes recursos. Mesmo as obras mais extravagantes, onde não há período de estabilização, a alocação máxima de recursos nunca é superior a duas vezes a alocação média.

Existe, ainda, casos mais complexos. Estes ocorrem quando o tempo inicial e final estão muito próximos, ou quando um dos dois não existe (HEINECK, 1989), como os casos ilustrados pelos diagramas da Figura 5.





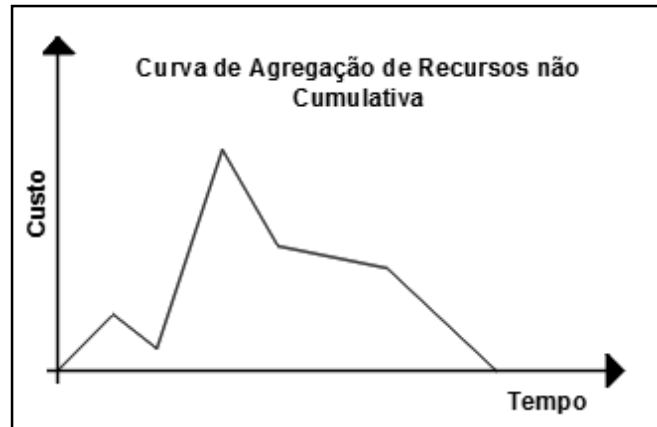
**Figura 5 – Curvas de agregação de casos extremos**  
**Fonte: Adaptado de Heineck, 1989.**

Segundo Heineck (1989), os casos 1 e 2 são os mais graves. No caso 1, a obra apresenta sérios problemas de mobilização, onde trabalha crescentemente até o último minuto para atingir o prazo. No caso 2, é um caso patológico em que a obra começa totalmente mobilizada, chegando ao final com uma mobilização negativa de recursos. Este caso faz parte de cronogramas físico-financeiros excessivamente onerosos em seus serviços iniciais (fundações, estrutura, alvenaria), os quais geralmente são utilizados para levantar capital de giro para a obra.

As curvas de agregação também podem ser expressas na sua forma acumulativa. Na fórmula acumulativa, o eixo dos y representa o valor acumulado desde o início do projeto e não a quantidade de recursos alocadas a cada período de tempo (HEINECK, 1989). Sendo assim, a curva de agregação de recursos pode ser utilizada de duas formas: não cumulativa e cumulativa.

### 2.2.1 Curva de agregação de recursos não cumulativa

Segundo Heineck (1989), a forma não cumulativa possibilita controlar a mobilização de recursos e a intensidade com que estes devem ser alocados na obra. Estas curvas dependem do consumo de recursos em cada período analisado, apresentando uma forma qualquer, onde sua área representa o custo total da obra (Figura 6).



**Figura 6 – Curva de agregação de recursos não cumulativa**  
**Fonte: Adaptado de Bressiani, Heineck, Roman (2010a).**

A curva de agregação de recursos não acumulada, facilita a análise da distribuição dos recursos utilizados em função do tempo (BRESSIANI, HEINECK, ROMAN, 2010a).

Por meio da curva de agregação de recursos não cumulativa, é possível e muito mais simples, a visualização dos períodos com maior consumo de recursos de acordo com o planejamento da obra (CASAROTTO, 1995; HEINECK, 1989; KERN 2005).

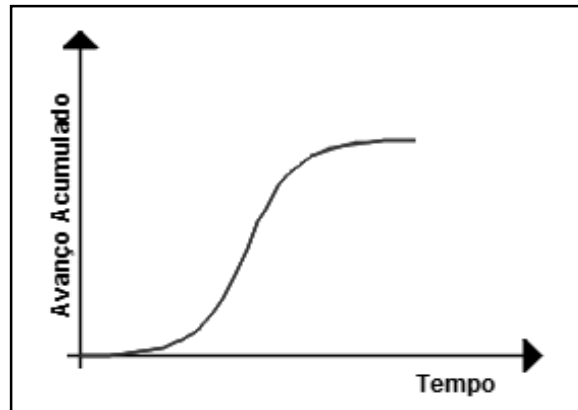
### 2.2.2 Curva de agregação de recursos cumulativa (Curva S)

Com relação as curvas de agregação de recursos cumulativas, Heineck (1989), afirma que são mais estáveis, uma vez que conseguem compensar a grande variabilidade que se constata nos dados de obra obtidos de forma desagregada.

A curva de agregação acumulada é obtida por meio do somatório das ordenadas da curva de agregação para cada período. Com esse somatório, obtém-se 100% do prazo de execução da obra e 100% dos recursos a ela destinados. Casarotto (1995).

Ainda segundo Casarotto (1995), as curvas de agregação de recursos cumulativas, também são chamadas de curva S, devido ao seu formato, pois assemelha-se com a letra do alfabeto. Por meio delas pode-se observar, mais facilmente, qualquer processo da construção.

A curva S é desenhada sob a forma de gráfico, em um sistema cartesiano, como mostra a Figura 7. O tempo (pode ser dias, semanas, meses ou anos) é distribuído no eixo x; enquanto que os recursos financeiros são registrados no eixo y (BALARINE, 2001).

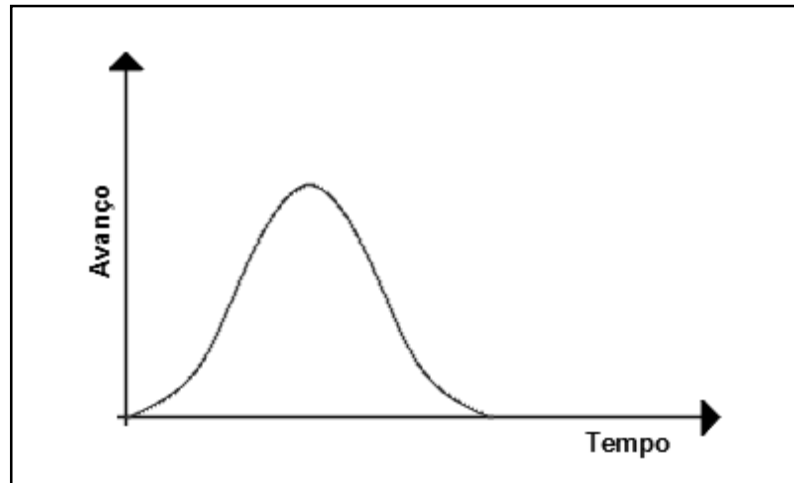


**Figura 7 – Curva de agregação de recursos cumulativa ou curva S genérica**  
**Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.**

No tocante a curva, sua inclinação para cima mostra que a produção está aumentando. O período linear corresponde ao patamar constante da curva agregada. Ao final do período, a curva tem sua concavidade voltada para baixo, evidenciando a diminuição da produção (Dinsmore<sup>2</sup>, 1992 apud CASAROTTO, 1995; BALARINE, 2001).

Casarotto (1995), Scopel et al (2006) e Mattos (2010), afirmam que a curva S tem um comportamento semelhante a distribuição estatística de Gauss (Figura 8), sendo “aplicável a qualquer processo onde se tenha uma variável cumulativa ao longo do tempo” (SCOPEL et al, 2006, p.1746).

<sup>2</sup> DINSMORE, Paul Campbell. **Gerência de programas e projetos**. São Paulo, Pini, 1992.



**Figura 8 – Curva de Gauss genérica**  
**Fonte: Adaptado de Mattos, 2010.**

A elaboração da curva S, de acordo com Gallois (2014), é possível após a programação das atividades. Por meio dela, é possível medir o avanço da obra no decorrer do tempo.

Seja de avanço físico ou monetário, a curva S é uma consequência do cronograma e do planejamento da obra. Para Mattos (2010), essa curva geralmente reflete o progresso lento-rápido-lento do projeto e, portanto, adquire seu aspecto sinuoso.

Casarotto (1995) enfatiza que é por meio da curva S ou de agregação acumulada, que se pode obter a curva de carga ou curva de agregação. A curva de carga tem a função de mostrar os valores mensais, não acumulados.

Dentre as várias aplicações para a curva S, Scopel et al (2006) menciona aquelas que são utilizadas para fins de gerenciamento de projetos:

- Orçamentação: é possível visualizar, por meio do gráfico de curva S, o momento em que uma obra passa de deficitária à superavitária. Servindo tanto para receitas quanto para despesas, as curvas mostram o exato momento onde os lucros começam a ser gerados.
- Programação de obra: O processo construtivo possui várias fases. Essas fases podem ser simplificadas em projeto, execução e uso da edificação.
- Gerenciamento de obras: é possível analisar impactos ocasionados por eventos tais como falta de materiais, greves, acúmulo de trabalho e indecisões do projeto. Também pode representar as perdas devido a problemas de produção.

Outro uso que se pode fazer das curvas de agregação de recursos cumulativas e não cumulativas, como ferramenta de gestão no controle de custos de empreendimentos, são estudos de viabilidade, avaliação de propostas, análises econômicas e financeiras, gestão da produção e avanços físicos, controle dos custos e fluxo de caixa (BRESSIANI, ROMAN, HEINECK, 2010b).

De modo geral, tanto os custos como os preços de venda, despesas e as receitas de um projeto, estão sujeitos a curvas de agregação. Neste sentido, qualquer empreendimento de construção pode ser analisado a partir das curvas de agregação, seja pela forma não cumulativa ou pela forma cumulativa (HEINECK, 1989).

Kern (2005) indica a aplicação de curvas de agregação como ferramenta principal do processo de planejamento e controle dos custos. De acordo com a autora, as curvas permitem a integração dos custos estimados com o prazo de utilização (gasto) ou datas de pagamentos (desembolso).

No tocante ao planejamento e controle de custos, o traçado da curva de agregação de recursos, a partir do cronograma físico-financeiro, é capaz de orientar as alterações necessárias para um maior controle do fluxo de caixa (CASAROTTO, 1995).

### 2.2.3 Curva S Padrão

Quando não há dados suficientes, é possível gerar uma curva S padrão, também conhecida como curva teórica, para estimar o avanço dos serviços e recursos da obra (MATTOS, 2010).

Ainda segundo Mattos (2010), a curva S padrão é proveniente de uma equação matemática, já citada anteriormente no Capítulo 1 (Equação 1), a qual lhe confere um comportamento ideal. Dessa forma, é possível analisar a programação prevista de um projeto, em relação a uma programação ideal, comparando a curva S padrão a outro parâmetro teórico.

A equação geral da curva S padrão é dada por:

$$\%_{acumulada}(n) = 1 - \left[ 1 - \left( \frac{n}{N} \right)^{\log I} \right]^S \quad (1)$$

Onde:

(n) - avanço acumulado (em %) até o período;

n = número de ordem do período;

N = prazo (número total de períodos);

I = ponto de inflexão (mudança de concavidade da curva);

S = coeficiente de forma (depende do ritmo e da particularidade da obra).

De acordo com a fórmula apresentada por Mattos (2010), o coeficiente I é o percentual do prazo total no qual a curva de Gauss apresenta sua ordenada máxima. É nesse instante que a curva S muda de concavidade, sendo o coeficiente S balizador do seu formato. Para os valores de S e I, adota-se a Tabela 6 sugerida pelo autor:

**Tabela 6 – Limites de utilização dos coeficientes I e S**

S \ I	30	40	50	60	70
1,1	x	x		A	A
1,5	x	A		A	A
2	A				
2,5					
3	A	A			
3,3	A	A	A		A

Valores precisos  
 A Valores aproximados  
 x Valores distorcidos

Linha de contorno dos valores mais usados

Fonte: Adaptado Lara<sup>3</sup> (1996 apud MATTOS, 2010, p. 265).

Os valores correspondentes de S e I dependerão do mês de pico de utilização dos recursos, onde ocorre o ponto de mudança de concavidade da curva. Geralmente, “os valores mais comuns ficam em torno de 2” (MATTOS, 2010, p. 265).

<sup>3</sup> LARA, Francisco de Assis de. 1996. Manual de propostas técnicas: como vender projetos e serviços de engenharia consultiva. 2ªed. São Paulo; Pini, 1996.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como estudo de caso. Isto porque, foram realizados levantamentos de cronogramas físico-financeiros residenciais (objeto desta pesquisa) e tratamento dos dados, gerando-se curvas de agregação de recursos e curva S, seguindo as etapas apresentadas no fluxograma da Figura 9.

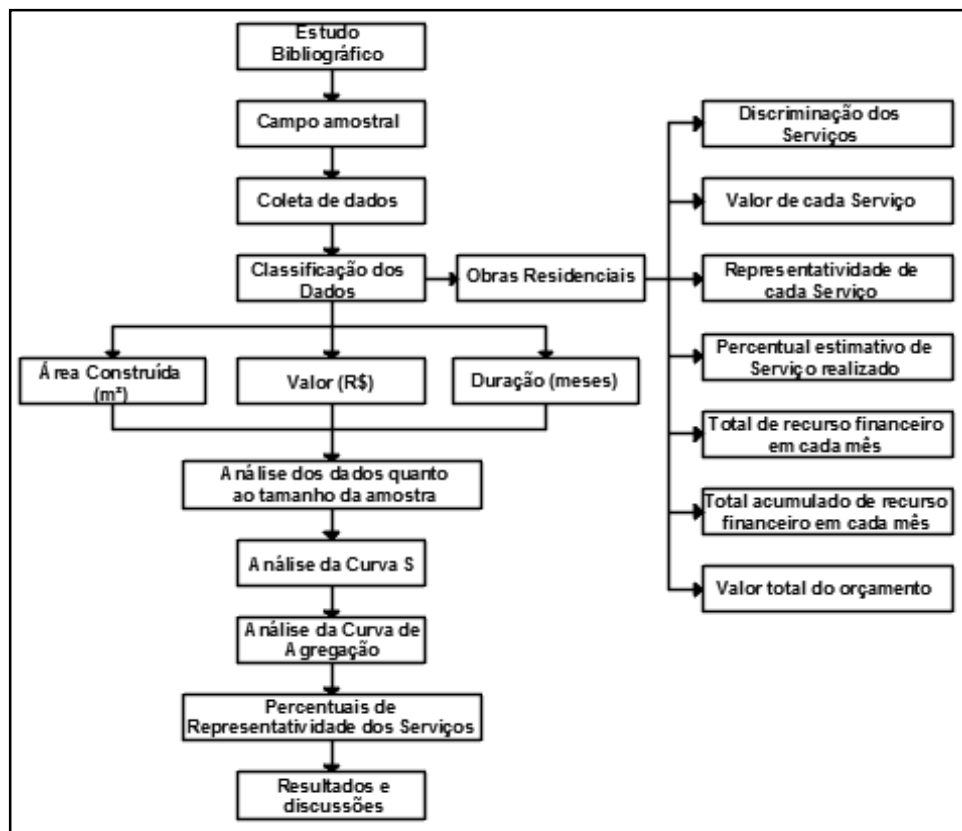


Figura 9 – Fluxograma das etapas realizadas durante o trabalho de conclusão de curso

#### 3.1 ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

O processo de análise da literatura, se baseou nos estudo de Bressiani, Roman, Heineck (2010b), Casarotto (1995), Heineck (1989) e Mattos (2006, 2010, 2017).

### 3.2 CAMPO AMOSTRAL

O levantamento de cronogramas físico-financeiros proposto neste trabalho, foi realizado na região oeste do estado do Paraná. Ressalta-se que, independentemente da localização do escritório, este tem obras residenciais financiadas e executadas em toda a região delimitada.

Segundo o Serviço Social do Comércio (SESC), a região Oeste do Paraná é considerada uma mesorregião, formada por cinquenta municípios agrupados em três microrregiões. Estas microrregiões são delimitadas por Foz do Iguaçu, Cascavel e Toledo, com uma extensão territorial de 22.851,003 km<sup>2</sup>. A densidade demográfica dessa mesorregião é de 53,8 hab/km<sup>2</sup>, contemplando uma expressiva rede urbana e desenvolvimento econômico, onde foram coletados os cronogramas físico-financeiros.

Com relação ao número de financiamentos no Estado do Paraná, durante o período de 2009 a 2014, a Plataforma de Indicadores do Governo Federal divulgou que o Paraná financiou 808.396 unidades. E somente no ano de 2014, o estado atingiu o número 261.049 unidades, sendo um dos cinco estados com maior número de financiamentos no Brasil.

### 3.3 COLETA DE DADOS

Os dados utilizados, neste trabalho, foram obtidos a partir de cronogramas físicos-financeiros, os quais são documentos apresentados para obtenção de financiamentos habitacionais junto aos órgãos financiadores.

A coleta de dados foi realizada nas empresas com profissionais que trabalham diretamente com financiamento de obras e que disponibilizaram os cronogramas físico-financeiros, já aprovados, para a coleta de informações.

A coleta dos cronogramas foi através de documentos em *PDF*, impressos e armazenamento móvel em *CD*, de acordo com a política de cada empresa fornecedora dos dados. Não foram divulgadas informações como proprietários e endereços das obras analisadas.



Os dados coletados dos cronogramas físico-financeiros foram:

- Discriminação dos serviços.
- Valor de cada serviço (R\$).
- Representatividade de cada serviço com relação ao valor total da obra (%).
- Percentual estimativo de serviço realizado (%).
- Total de recurso financeiro em cada mês (%).
- Total acumulado de recurso financeiro em cada mês (%).
- Valor total do orçamento (R\$).

O cronograma físico-financeiro a seguir, é um exemplo da Caixa Econômica Federal (Figura 10). As informações necessárias para este trabalho e descritas anteriormente, estão realçados em vermelho.

18 - CRONOGRAMAS																				
18.01.01   Prazo previsto para execução		meses		18.01.03   Data prevista de término								18.01.04   Nº de vistorias / parcelas previstas								
ITEM	SERVIÇO	Valor		EXECUT ADO	Parcela-01		Parcela-02		Parcela-03		Parcela-04		Parcela-05		Parcela-06		Parcela-07		Parcela-08	
		R\$	%		Sp*	Ac*	Sp*	Ac*	Sp*	Ac*	Sp*	Ac*	Sp*	Ac*	Sp*	Ac*	Sp*	Ac*	Sp*	Ac*
18.01	Serviços Preliminares Gerais	0,00	0,00																	
18.02	Infra-estrutura	0,00	0,00																	
18.03	Supra-estrutura	0,00	0,00																	
18.04	Paredes e Painéis	0,00	0,00																	
18.05	Esquadrias	0,00	0,00																	
18.06	Vidros e Plásticos	0,00	0,00																	
18.07	Coberturas	0,00	0,00																	
18.08	Impermeabilizações	0,00	0,00																	
18.09	Revestimentos internos	0,00	0,00																	
18.10	Forros	0,00	0,00																	
18.11	Revestimentos externos	0,00	0,00																	
18.12	Pinturas	0,00	0,00																	
18.13	Pisos	0,00	0,00																	
18.14	Acabamentos	0,00	0,00																	
18.15	Instalações elétricas e telefônicas	0,00	0,00																	
18.16	Instalações hidráulicas	0,00	0,00																	
18.17	Instalação de esgoto e águas pluviais	0,00	0,00																	
18.18	Louças e metais	0,00	0,00																	
18.19	Complementos	0,00	0,00																	
18.20	Outros serviços	0,00	0,00																	
18	Totais	%	100%																	
		R\$	0,00																	

\* Sp = Simples, \*Ac = acumulado

LD | Local e Data

Figura 10 – Cronograma físico-financeiro fornecido pela Caixa Econômica Federal.  
 Fonte: Adaptado da Caixa Econômica Federal (2016).

### 3.4 CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS

A coleta de dados foi limitada a análise de obras residenciais. Porém, antes de realizar as análises da curva de agregação de recursos, proposta neste trabalho, foram realizadas algumas classificações para os cronogramas selecionados:

- Área construída: os cronogramas foram separados por categorias, como: obras até 100m<sup>2</sup> e obras entre 100,01 e 200m<sup>2</sup>.
- Duração da obra: classificação com relação a durações semelhantes, como obras de 2 meses até 8 meses.
- Valor financiado: classificação com relação ao valor total financiado, como por exemplo, obras de até R\$100.000,00, obras com valor entre R\$100.001,00 e R\$200.000,00, R\$200.001,00 e R\$300.000,00, R\$ 300.000,00 e R\$400.000,00.

Após a classificação das obras de acordo com a área, duração e valor financiado, foi necessário selecionar ainda mais os cronogramas. Primeiramente, cronogramas de residências com grandes dimensões e em pouca quantidade, foram excluídos da amostra, tal como uma obra com 400m<sup>2</sup>. Com relação as durações, cronogramas com financiamento inferior a 4 meses foram descartados, pois não é possível obter uma curva de agregação de recursos ou mesmo uma curva ideal com 3 pontos ou menos. E para o valor financiado, as obras que apresentavam valores muito dispersos em relação a maioria também foram eliminadas.

Feito isso, os cronogramas restantes precisaram ser analisados quanto ao mês de maior consumo dos recursos financeiros, ou seja, o ponto que ocorre a mudança de concavidade da curva S padrão. Os cronogramas que apresentaram o ponto de maior consumo num prazo inferior a 30% ou superior a 70% do andamento da obra, precisaram ser descartados da análise, pois a Tabela 6 – Limites..., para a curva S padrão delimita o coeficiente I (ponto de mudança da concavidade da curva) entre 30% e 70%.

Para a comparação da curva ideal simples com a curva de agregação de recursos, foi determinado um número mínimo de 4 cronogramas físico-financeiros para cada análise.

Em virtude da classificação e seleção dos cronogramas para a análise da curva de agregação de recursos financeiros, a amostra inicial de 222 cronogramas físico-financeiros coletados se resumiu a apenas 20 cronogramas físico-financeiros.

Para as representatividades dos serviços, os cronogramas foram selecionados a partir de suas áreas, pois não havia disponibilidade de consulta aos projetos arquitetônicos.

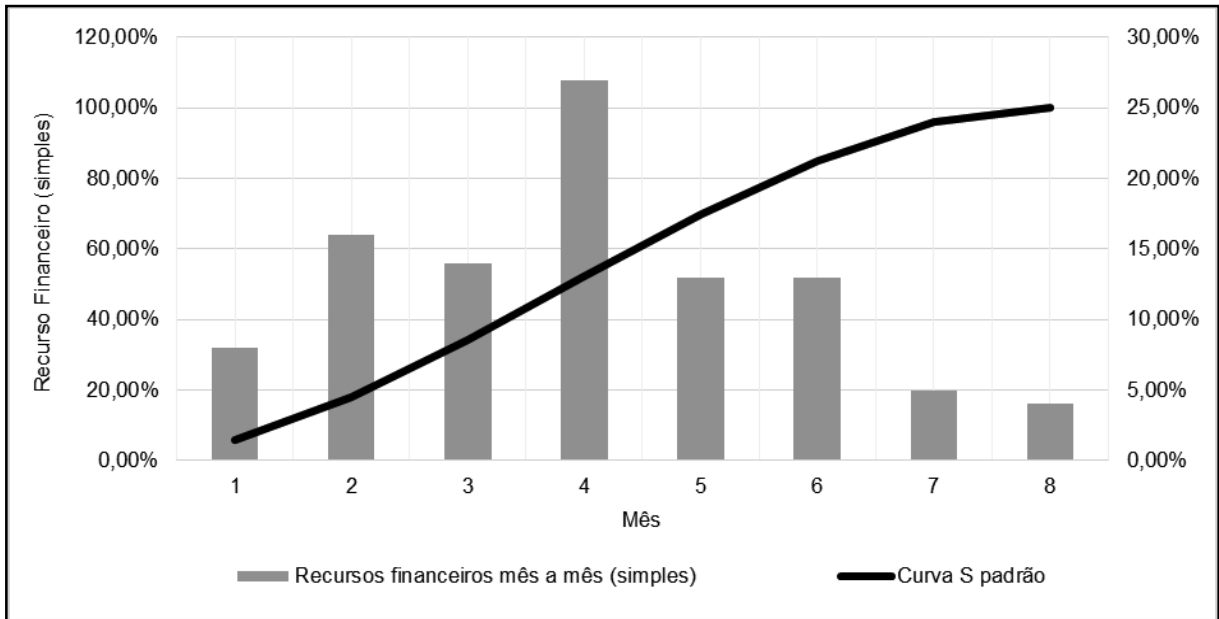
Estas classificações foram necessárias, para compreender o comportamento das curvas de agregação de recursos financeiros não acumulados e também para analisar a representatividade dos serviços, do contrário, poderiam haver discrepâncias significativas entre eles, gerando dados inconclusivos.

### 3.5 ANÁLISE DOS DADOS

As representatividades dos serviços, bem como as curvas S padrão, as curvas de agregação de recursos e a curva ideal simples, foram analisadas e geradas utilizando planilhas de cálculo. Os dados foram todos digitados e organizados nestas planilhas de acordo com o objetivo da análise.

#### 3.5.1 Análise da curva S padrão

Para gerar os valores que representam a curva S padrão, os cronogramas foram selecionados de acordo com o ponto de inflexão da curva S padrão, ou seja, de acordo com o mês que apresentou o maior consumo de recursos financeiros durante a obra, como mostra a Figura 11.



**Figura 11 – Curva de agregação de recursos (simples) x curva S padrão para  $S=2$  e  $I=50\%$  (mês de maior consumo financeiro: 4º mês) para uma obra de área e valor qualquer**

O ponto de inflexão da curva S padrão, é obtido pela análise do mês que o cronograma físico-financeiro apresenta o maior consumo dos recursos. A Figura 11 apresenta a distribuição mensal dos recursos financeiros, representada pelo gráfico de barras em azul, para uma obra de área e valor qualquer, com duração de 8 meses. É possível notar que no mês 4 houve a maior movimentação financeira da obra, ou seja, este é o ponto da mudança de concavidade da curva S padrão (representada em preto), e que determina o valor do coeficiente I da Equação 1, apresentada por Mattos (2010) em seu trabalho.

As análises foram limitadas de acordo com este pico de utilização dos recursos financeiros, pois a Tabela 6 – Limites de utilização dos coeficientes I e S, limita os valores para I entre 30% e 70%, descartando valores que não estejam neste intervalo.

Dentre os cronogramas físico-financeiros selecionados, obteve-se obras com as seguintes durações e ponto de máxima utilização de recursos financeiros:

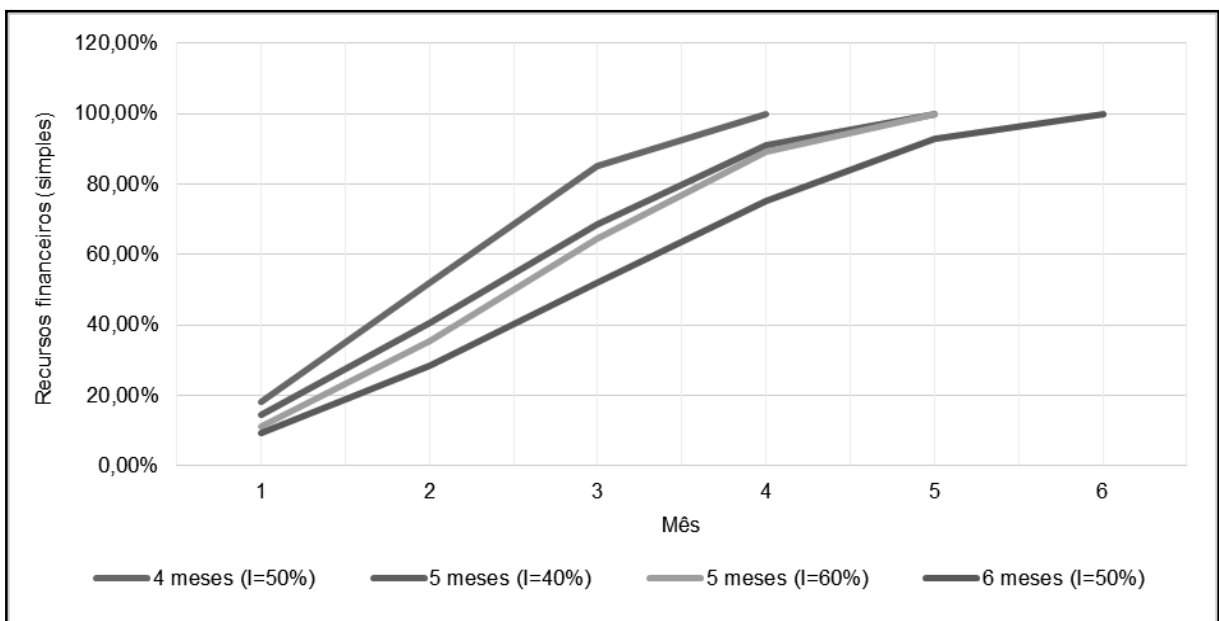
- 4 meses:  $S=2$  e  $I=50\%$ .
- 5 meses:  $S=2$  e  $I=40\%$ .
- 5 meses:  $S=2$  e  $I=60\%$ .
- 6 meses:  $S=2$  e  $I=50\%$ .

Definido os coeficientes I, S e o número total de períodos de acordo com os cronogramas analisados, os mesmos foram substituídos na Equação 1, gerando valores que representam o percentual de avanço da obra período a período (Tabela 7).

**Tabela 7 – Valores para a curva S padrão para os cronogramas com duração de 4 meses (I=50%), 5 meses (I=40% e I=60%) e 6 meses (I=50%)**

Mês	Curva S padrão	Curva S padrão	Curva S padrão	Curva S padrão
	I=50%	I=40%	I=60%	I=50%
1	18,07%	14,60%	11,11%	9,30%
2	52,11%	40,77%	35,37%	28,54%
3	85,05%	68,77%	64,38%	52,11%
4	100,00%	90,97%	89,27%	75,21%
5		100,00%	100,00%	92,90%
6				100,00%

Por meio destes resultados (Tabela 7), é possível apresentar o formato físico da curva S padrão (Figura 12).



**Figura 12 – Curva S padrão para obras com duração de 4 meses (I=50%), 5 meses (I=40% e I=60%) e 6 meses (I=50%)**

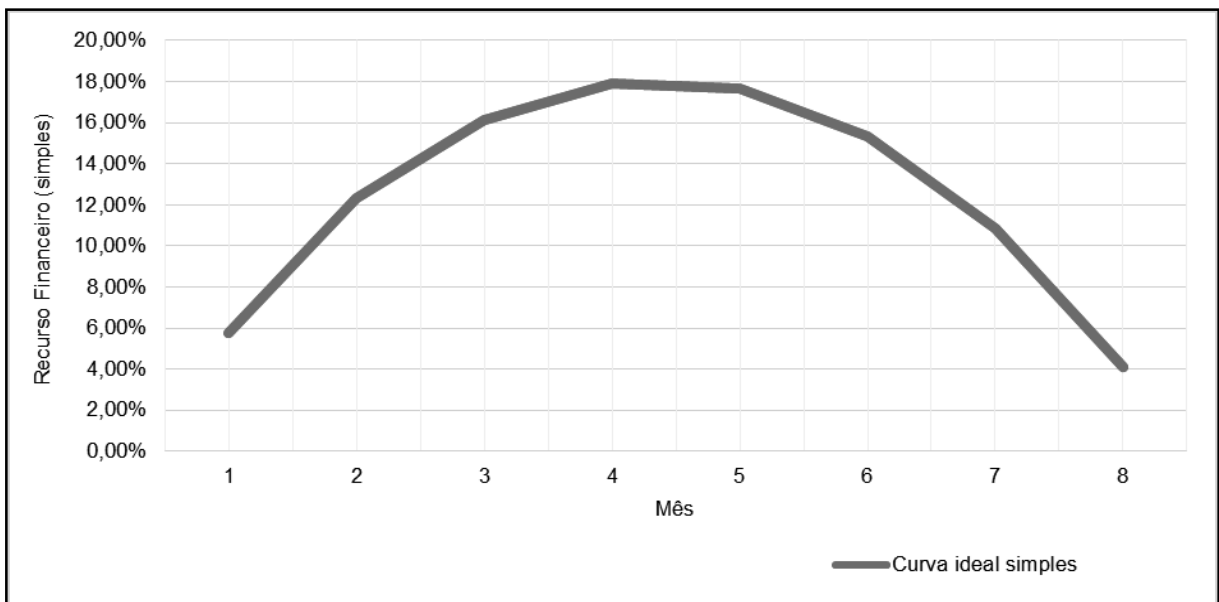
As curvas S padrão da Figura 12, apresentam os valores acumulados dos recursos financeiros, desde o início da obra até sua finalização, onde o tempo decorrido da obra é representado no eixo x e a porcentagem de recursos consumidos no eixo y.

### 3.5.2 Análise da curva ideal simples

Para obter a curva ideal simples, os valores das curvas S padrão foram derivados matematicamente (passados para a forma não acumulativa), reduzindo os recursos financeiros em cada período.

Obtidos os percentuais de recursos financeiros não acumulados de cada mês, para a curva ideal simples, foi possível gerar as referidas curvas de acordo com a duração da obra, para fins de comparação com a curva de agregação dos recursos não cumulativa, a qual resulta dos cronogramas físico financeiros.

As curvas ideais simples, representam a distribuição dos recursos mês a mês, de forma ideal. Seu formato é convexo, ou seja, a concavidade da parábola é voltada para baixo, indicando assim, o ponto de equilíbrio de utilização dos recursos (Figura 13).



**Figura 13 – Formato da curva ideal simples para uma obra de dimensão e valor qualquer, para 8 meses de duração com  $S=2$  e  $I=50\%$**

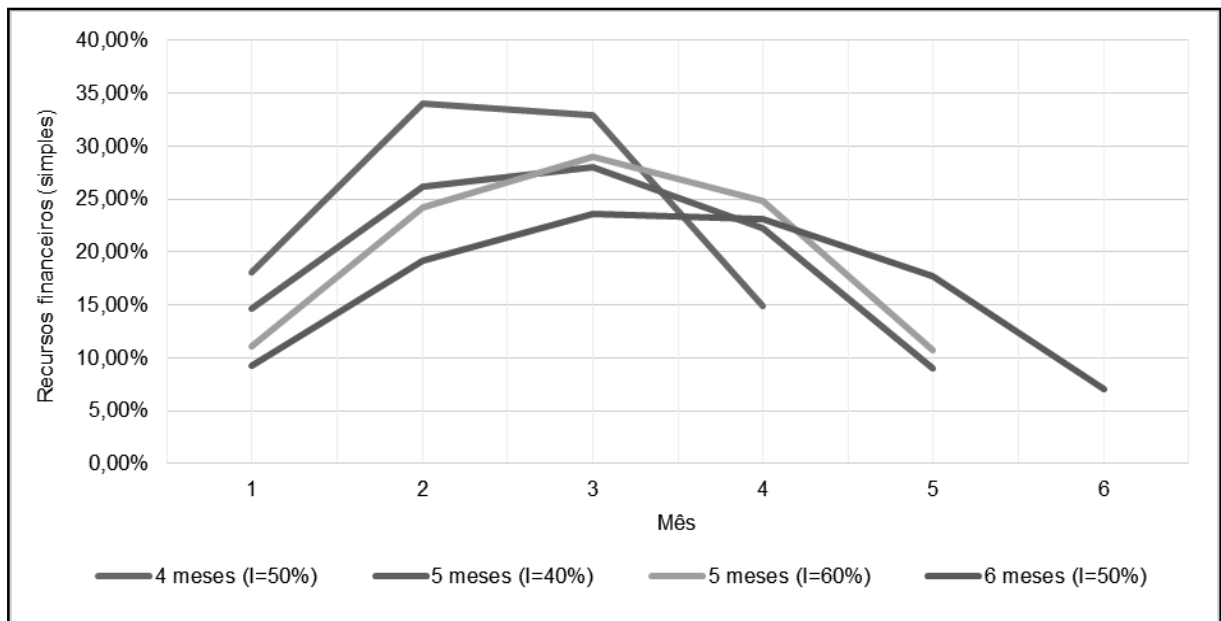
A Figura 13 apresenta o formato da curva ideal simples para uma obra de 8 meses, com dimensão e valor qualquer, para  $S=2$  e mudança de concavidade da curva S padrão em 50% ( $I=50$ ).

Para gerar as curvas ideais simples referente as obras analisadas, os valores para a curva S padrão disponibilizados na Tabela 7, foram derivados matematicamente (Tabela 8).

**Tabela 8 – Valores para a curva ideal simples para obras de 4 meses (I=50%), 5 meses (I=40% e I=60%) e 6 meses (I=50%)**

Mês	Curva ideal simples	Curva ideal simples	Curva ideal simples	Curva ideal simples
	I=50%	I=40%	I=60%	I=50%
1	18,07%	14,60%	11,11%	9,30%
2	34,04%	26,17%	24,26%	19,24%
3	32,94%	28,00%	29,01%	23,57%
4	14,95%	22,20%	24,89%	23,10%
5		9,03%	10,73%	17,69%
6				7,10%

Por meio destes resultados, foi possível gerar as curvas ideais simples (Figura 14), onde se apresentam de acordo com sua duração.



**Figura 14 – Curva ideal simples para obras com duração de 4 meses (I=50%), 5 meses (I=40% e I=60%) e 6 meses (I=50%)**

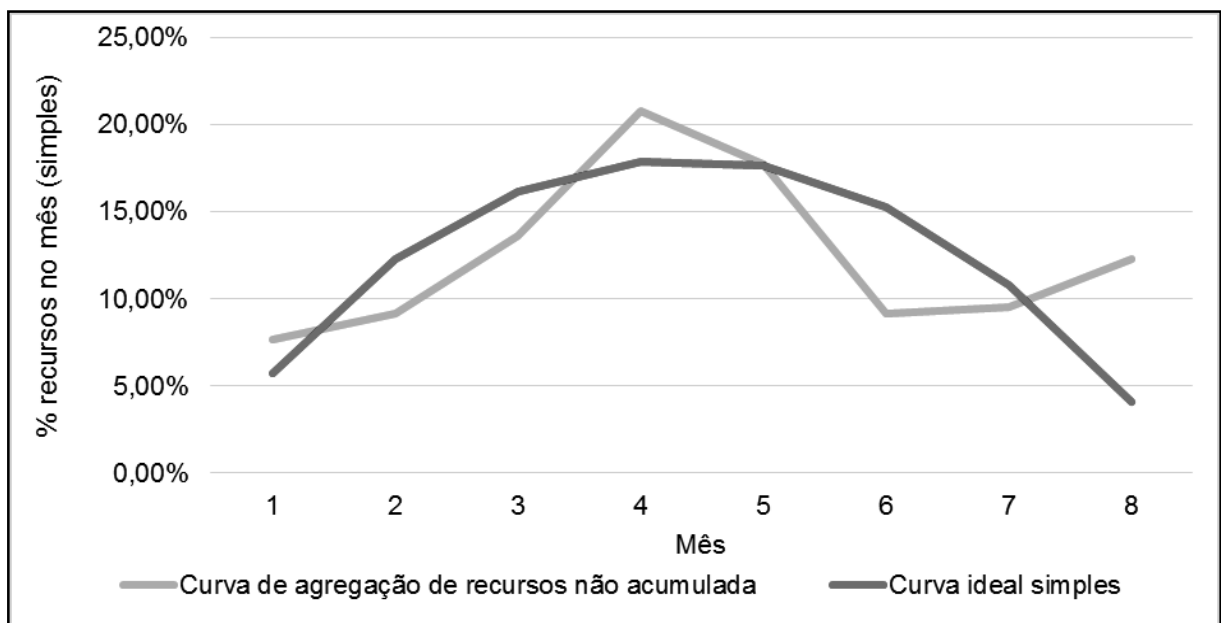
Estas curvas (Figura 14) foram comparadas com a curva de agregação de recursos financeiros, as quais são geradas através dos cronogramas físico-financeiros. De modo geral, quanto mais longo o projeto, menor é a necessidade de recursos financeiros, mês a mês, no decorrer da obra.



### 3.5.3 Análise da curva de agregação de recursos não acumulada

A partir dos percentuais mensais não acumulados dos cronogramas, foi possível gerar as curvas de agregação não acumulada, para cada projeto. Para a análise dos dados, foram utilizados os valores individuais de cada mês.

As curvas geradas a partir dos cronogramas físico-financeiro são comparadas com a curva ideal simples (Figura 15).



**Figura 15 – Total de recurso financeiro acumulado em cada mês através da curva de agregação de recursos não acumulada e da curva ideal simples para uma obra de dimensão e valor qualquer, de 8 meses, com  $I=50\%$  e  $S=2$**

A curva de agregação de recursos não acumulada, representada em azul, é utilizada para expressar o consumo de mão de obra não acumulativo e os custos ao longo do tempo, onde o tempo é representado no eixo x e os custos e mão de obra no eixo y. Esta curva pode apresentar uma forma qualquer, dependendo de como os recursos estão sendo utilizados.

A curva em vermelho é a curva ideal simples e apresenta a melhor distribuição dos recursos financeiros de uma obra, ao longo do tempo. Seu comportamento se dá em forma de uma parábola convexa.

Por meio das curvas, foi identificado o tempo de mobilização, estabilização e desmobilização e se realmente eles existem ou é apenas teórico.

As curvas reais, foram obtidas através da combinação de gráficos de linhas, por meio de planilhas de cálculo. As curvas reais são apresentadas no decorrer do trabalho com inserção da curva ideal simples, de acordo com a duração da obra.

#### 3.5.4 Percentuais de representatividade dos serviços

A partir dos cronogramas físico financeiros, foi possível analisar a representatividade de cada serviço executado (%) com relação ao valor total da obra. Os serviços analisados tiveram como base, aqueles descritos pelo cronograma físico-financeiro, de acordo com a Tabela 9.

**Tabela 9 – Serviços realizados de acordo com o cronograma físico-financeiro fornecido pela Caixa Econômica Federal**

Item	Serviços
1	Serviços Preliminares Gerais
2	Infra-estrutura
3	Supra-estrutura
4	Paredes e Painéis
5	Esquadrias
6	Vidros e Plásticos
7	Coberturas
8	Impermeabilizações
9	Revestimentos internos
10	Forros
11	Revestimentos externos
12	Pinturas
13	Pisos
14	Acabamentos
15	Instalações elétricas e telefônicas
16	Instalações hidráulicas
17	Instalação de esgoto e águas pluviais
18	Louças e metais
19	Complementos
20	Outros serviços

**Fonte: Adaptado de Caixa Econômica Federal.**

Essa divisão dos serviços (Tabela 9) possibilita analisar os itens que mais influenciam no custo global da residência, indicando os pontos de maior controle financeiro.

Para analisar esta representatividade, foi necessário agrupar as residências a cada 100m<sup>2</sup>, no intuito de gerar faixas de dados. Após o agrupamento, foi calculado a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação de *Pearson* de cada um dos serviços.

O coeficiente de variação de *Pearson*, mostra como os dados analisados variam com relação à média (Equação 3).

$$CV = \frac{\text{desvio padrão}}{\text{média}} \times 100\% \quad (3)$$

Onde:

CV: coeficiente de variação de *Pearson*

Segundo GOMES (1990, p. 7), “o coeficiente de variação dá uma ideia da precisão do experimento.” Tendo em vista os coeficientes de variação obtidos, podemos considerá-los da seguinte forma (Tabela 10):

**Tabela 10 – Dispersão do coeficiente de variação de *Pearson* segundo GOMES (1990)**

FAIXA	DISPERSÃO
Menor ou igual a 10%	Baixa
Entre 10% e 20%	Média
Entre 20% e 30%	Alta
Maior que 30%	Muito alta

Fonte: Adaptado de Gomes, 1990.

Quanto menor for o seu valor, mais homogêneos é a amostra como mostra a Tabela 10. Em vista disso, foi definido que o coeficiente obtido não exceda 15%.

Através dos dados de representatividade de cada serviço disponibilizados nos cronogramas físico-financeiros, com relação ao valor total da obra (%), foram gerado faixas de dados através dos intervalos de confiança  $[a,b]$ , aplicando a distribuição de *t* de *Student* (Equação 4).

$$\bar{x} \pm t_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Onde:

$t_{\alpha/2}$ : valor crítico da distribuição t de *Student* com  $(n - 1)$  graus de liberdade.

$\bar{x}$ : média da amostra.

$S$ : desvio padrão amostral.

$n$ : tamanho da amostra.

Para a distribuição de t de *Student*, foi adotado teste bilateral com nível de confiança de 5% para que se tenha 95% de confiabilidade de que a verdadeira média estivesse entre o intervalo de confiança.

Desta maneira, foi possível obter as representatividades dos serviços de projetos residenciais, tais como as representatividades sugeridas por Mattos (2015) na Tabela 11, e verificar a possibilidade de utilizá-los em estimativas preliminares de custos através do coeficiente de variação de *Pearson*.

**Tabela 11 – Estimativas de gastos por etapa de obra de acordo com padrão de acabamento (%)**

(Continua)

ETAPAS CONSTRUTIVAS	HABITACIONAL		
	RESIDENCIAL		
	FINO	MÉDIO	POPULAR
Serviços preliminares	2,5 a 3,5	2,5 a 3,9	0,7 a 1,3
Movimento de terra	0,0 a 1,0	0,0 a 1,0	0,0 a 1,0
Fundações especiais	-	-	-
Infraestrutura	7,4 a 8,1	3,9 a 4,6	2,5 a 4,5
Superestrutura	16,3 a 19,1	12,5 a 17,2	10,8 a 13,8
Vedação	4,4 a 7,3	7,5 a 11,7	7,5 a 13,4
Esquadrias	2,5 a 5,0	6,5 a 12,1	7,7 a 12,8
Cobertura	0,0 a 0,4	3,9 a 8,5	8,7 a 17,2
Instalações hidráulicas	11,2 a 13,1	11,4 a 13,4	11,2 a 12,1
Instalações elétricas	3,8 a 4,8	3,8 a 4,8	3,8 a 4,8
Impermeabilização e isolamento térmica	11,0 a 14,3	0,4 a 0,8	0,4 a 0,9
Revestimento (pisos, paredes e forros)	19,2 a 26,0	23,6 a 29,5	22,1 a 30,5
Vidros	1,4 a 2,7	0,3 a 0,6	0,6 a 1,1
Pintura	3,9 a 5,6	6,2 a 8,1	4,0 a 5,0
Serviços complementares	2,3 a 3,4	0,6 a 0,7	0,6 a 1,1
Elevadores	-	-	-

Mês de referência: março/15.

Fonte: Adaptado de Mattos, 2015.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos, após as etapas propostas, tais como classificação, análise dos cronogramas físico financeiros, análise geral do CUB, bem como interpretação e apresentação dos resultados.

### 4.1 ANÁLISE DA CURVA DE AGREGAÇÃO DE RECURSOS POR DURAÇÃO DA OBRA

A curva de agregação de recursos não acumulados e a curva ideal simples (curva padrão simples) são apresentadas através de gráficos de linhas, onde esta última, encontra-se destacada em vermelho.

#### 4.1.1 Residências com duração de 4 meses

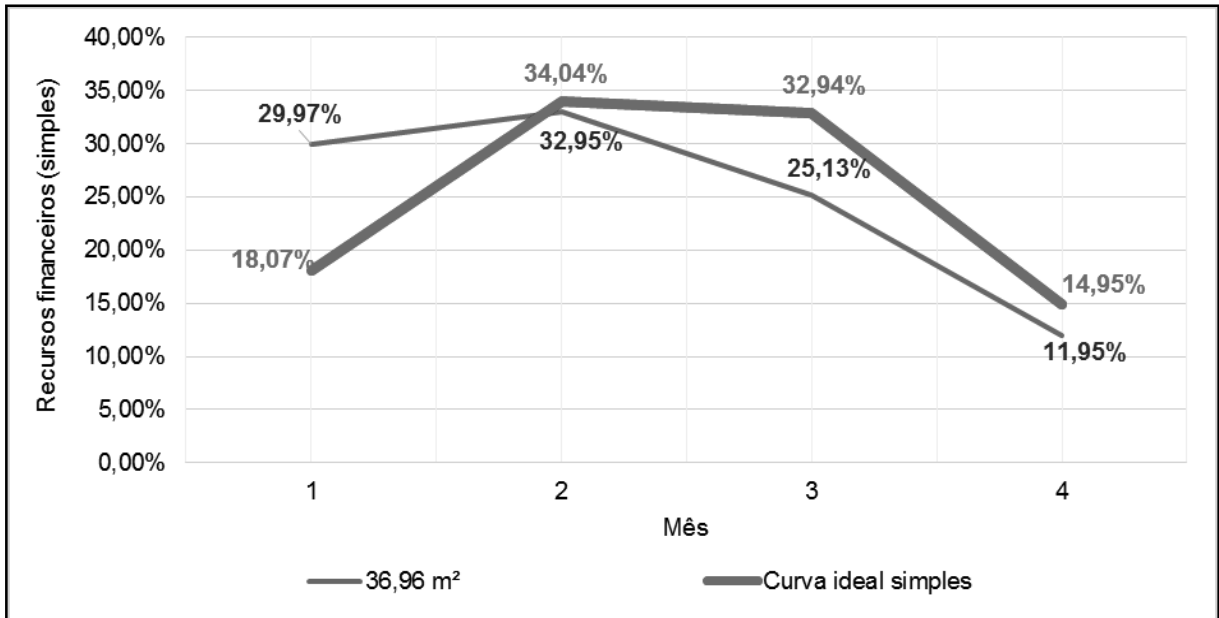
As residências com duração de 4 meses, indicadas na Tabela 12, apresentaram áreas entre 36,96m<sup>2</sup> e 74,88m<sup>2</sup>, e o maior consumo de recursos financeiros ocorreu no segundo mês do financiamento. Sendo assim, para a mudança de concavidade, que ocorre a 50% do início da obra, tem-se I=50.

**Tabela 12 – Distribuição dos recursos financeiros mês a mês x curva ideal simples (S=2 e I=50%) para obras com duração de 4 meses**

Área (m <sup>2</sup> )	Valor (R\$)	MÊS			
		1	2	3	4
36,96	R\$ 40.160,00	29,97%	<b>32,95%</b>	25,13%	11,95%
45,42	R\$ 45.000,00	30,26%	<b>35,58%</b>	28,47%	5,69%
56,78	R\$ 69.999,66	26,34%	<b>28,32%</b>	22,21%	23,13%
59,92	R\$ 34.996,18	19,29%	<b>28,08%</b>	24,53%	28,09%
74,88	R\$ 78.948,35	21,45%	<b>29,71%</b>	27,07%	21,77%
<b>Curva S padrão</b>		18,07%	52,11%	85,05%	100,00%
<b>Curva ideal simples</b>		<b>18,07%</b>	<b>34,04%</b>	<b>32,94%</b>	<b>14,95%</b>

Para as obras da Tabela 12 é possível visualizar a curva de agregação de recursos que representa o comportamento da maioria (Figura 16). Esta figura indica,

como ocorre a variação da distribuição dos recursos financeiros mês a mês, comparando a curva ideal simples.



**Figura 16 – Curva de agregação de recursos não cumulativo x curva ideal simples com duração de 4 meses, para S=2 e I=50%**

Para a curva de agregação de recursos financeiros da obra com 36,96m<sup>2</sup>, representada na Figura 16 com a linha azul, a mobilização dos recursos financeiros foi superior, ao indicado pela curva ideal simples, apenas no primeiro mês. Durante o segundo, terceiro e quarto mês, a mobilização destes recursos foi inferior ao preconizado pela curva ideal simples.

Dos 5 cronogramas físico-financeiros analisados, todos apresentaram um comportamento divergente ao da curva ideal simples (Figura 16), distribuindo aleatoriamente os recursos financeiros do início ao fim da obra.

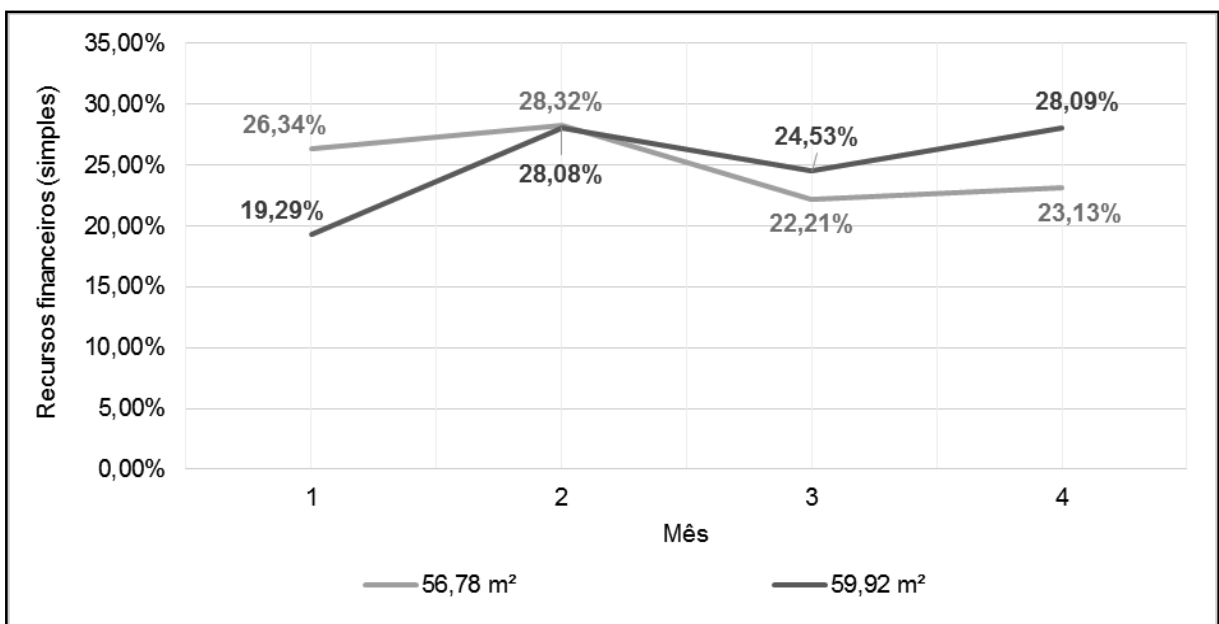
Com relação a mobilização de recurso financeiro no primeiro mês, todos foram superiores ao proposto pela curva ideal simples, a qual recomenda apenas 18,07% do montante. A obra de 45,42m<sup>2</sup> apresentou a maior mobilização inicial, com 30,26% de todo seu financiamento.

Para o segundo mês, apenas a residência de 45,42m<sup>2</sup> mobilizou 1,54% a mais de recurso financeiro (35,58%) com relação ao preconizado pela curva ideal simples (34,04%), enquanto as outras se mantiveram a baixo da curva ideal simples.

No terceiro mês, a mobilização financeira de todas as obras se manteve inferior ao proposto pela curva ideal simples, que é de 32,94%. Sendo que a obra com 56,78m<sup>2</sup> apresentou a menor mobilização entre elas (22,21%).

Durante o quarto e último mês, as obras de 36,96m<sup>2</sup> e 45,42m<sup>2</sup> mobilizaram 11,95% e 5,59%, respectivamente, enquanto a curva ideal simples indica uma mobilização de 14,95%. As demais residências, se mantiveram acima desta última.

A Figura 17 apresenta a forma como os recursos financeiros se dispuseram mês a mês para as obras de 56,78m<sup>2</sup> e 59,92m<sup>2</sup>.

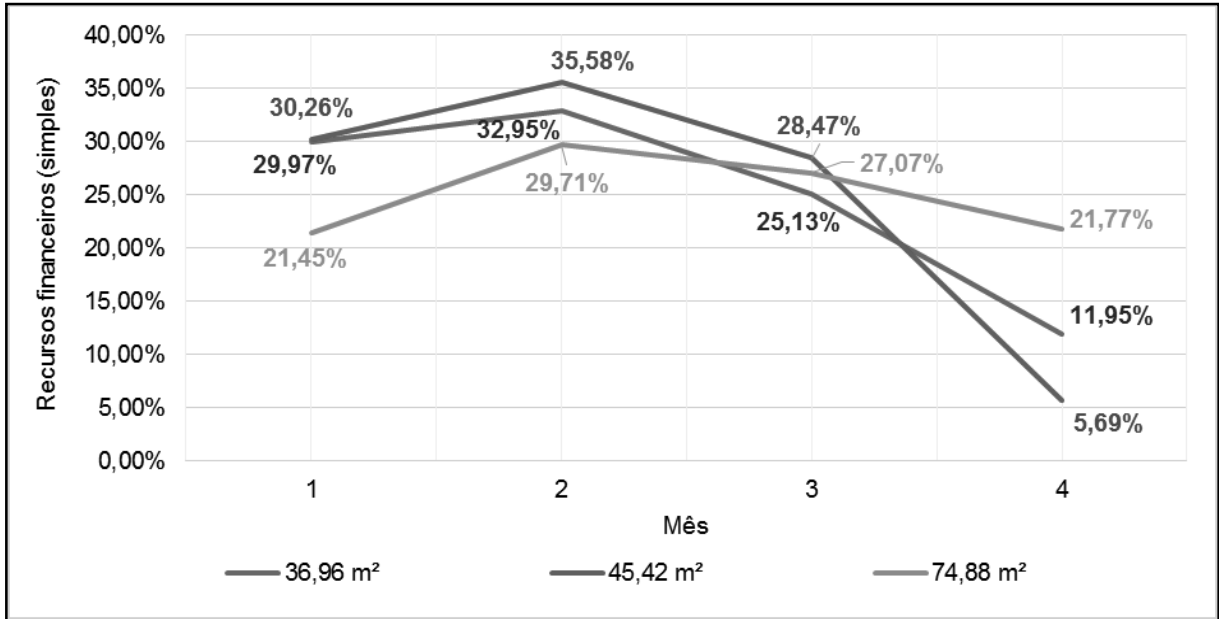


**Figura 17 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 4 meses, para S=2 e I=50%**

Entre o primeiro e segundo mês para as obras da Figura 17, ocorreu a fase de mobilização dos recursos financeiros, ou seja, uma mobilização crescente do valor financiado. Entre o segundo e o terceiro mês, ocorre a fase de desmobilização.

Já ao final, entre o terceiro e quarto mês, a obra de 56,78m<sup>2</sup> representada em verde na Figura 17, apresentou uma leve estabilização, enquanto a obra de 59,92m<sup>2</sup> (em roxo) reiniciou a mobilização financeira novamente.

As outras 3 obras, 36,96m<sup>2</sup>, 45,42m<sup>2</sup> e 74,88m<sup>2</sup> se comportaram de acordo com a Figura 18.



**Figura 18 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 4 meses, para S=2 e I=50%**

Para estas obras (Figura 18), a mobilização também ocorre entre o primeiro e segundo mês, entretanto, logo após ocorre a fase de desmobilização dos recursos financeiros. De modo geral, nenhuma das obras apresentaram a fase de estabilização dos recursos financeiros. Este comportamento, onde identifica-se a desmobilização assim que termina a mobilização, é identificada por Heineck (1989) em seu trabalho, como o projeto que nunca atinge estabilidade, pois tão logo que a mobilização finaliza, inicia-se a desmobilização financeira.

#### 4.1.2 Residências com duração de 5 meses

##### 4.1.2.1 Para I=40%

A Tabela 13 apresenta 5 cronogramas analisados, os quais distribuíram seus recursos financeiros em 5 meses, onde a maior movimentação financeira ocorreu no segundo mês do financiamento, ou seja, para a Equação 1, o valor de I (mudança de concavidade) é de 40%. A área de construção destas obras analisadas variaram entre 30,80m<sup>2</sup> a 52,60m<sup>2</sup>.



**Tabela 13 – Distribuição dos recursos financeiros mês a mês x curva ideal simples (S=2 e I=40%) para obras com duração de 5 meses**

Área (m <sup>2</sup> )	Valor (R\$)	MÊS				
		1	2	3	4	5
30,80	R\$ 30.637,12	14,60%	<b>27,39%</b>	27,22%	17,91%	12,88%
31,90	R\$ 30.225,00	15,54%	<b>28,94%</b>	23,84%	18,71%	12,97%
35,74	R\$ 42.500,00	10,33%	<b>27,78%</b>	27,42%	18,15%	16,31%
42,98	R\$ 47.998,61	19,38%	<b>45,46%</b>	5,52%	5,73%	23,92%
52,60	R\$ 50.000,00	14,90%	<b>28,81%</b>	25,09%	18,82%	12,38%
<b>Curva S padrão</b>		14,60%	40,77%	68,77%	90,97%	100,00%
<b>Curva ideal simples</b>		<b>14,60%</b>	<b>26,17%</b>	<b>28,00%</b>	<b>22,20%</b>	<b>9,03%</b>

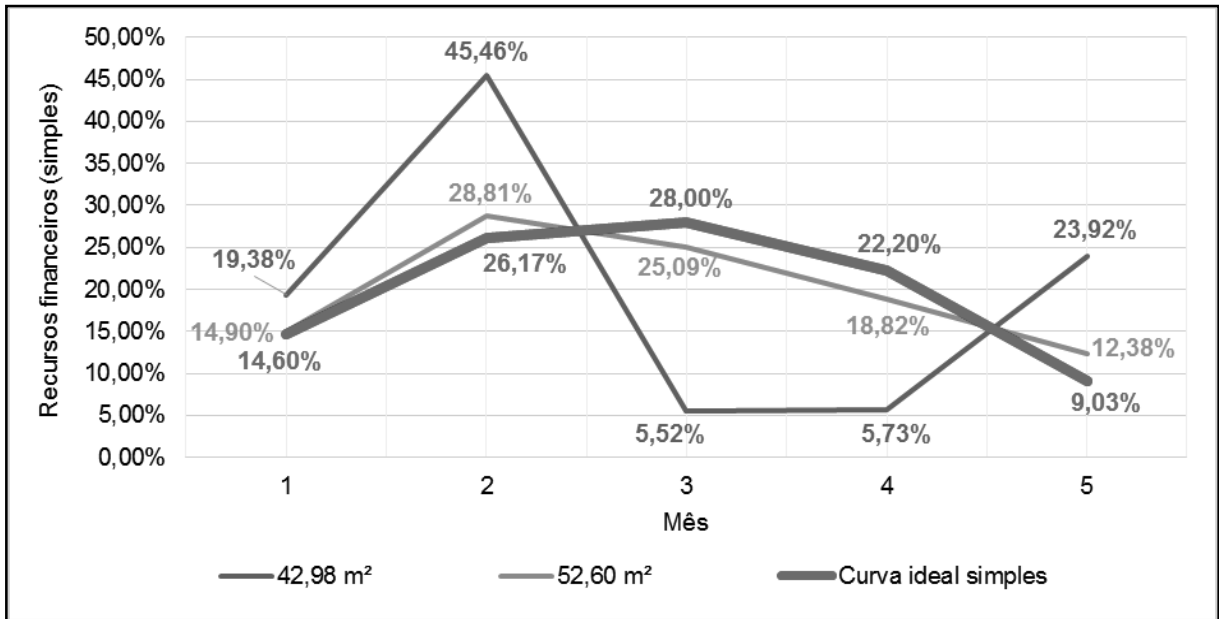
Com relação a mobilização de recursos financeiros, representados na Tabela 13, no primeiro mês, apenas a residência de 35,74m<sup>2</sup> apresentou uma mobilização inferior (10,33%) ao proposto pela curva ideal simples (14,60%). As demais, se mantiveram acima desta última.

No segundo mês, todos os cronogramas mobilizaram um recurso financeiro superior ao sugerido pela curva ideal simples, que é de 26,17%. Foi neste mês, que a obra de 42,98m<sup>2</sup> mobilizou aproximadamente 50% de todo o financiamento.

Para o terceiro e quarto, a curva de agregação de recursos financeiros de todas as obras, se manteve inferior ao proposto pela curva ideal simples. A residência que mais se divergiu da curva ideal simples e demais curvas de agregação de recursos foi a obra de 42,98m<sup>2</sup>, mobilizando em torno de 6% de seu montante, enquanto a curva ideal simples propõem mobilizar 28% e 22,20% para o terceiro e quarto mês, respectivamente.

No último mês do cronograma físico-financeiro (5º mês), todas as obras consultadas, mobilizaram acima do preconizado pela curva ideal simples, sendo a obra de 42,98m<sup>2</sup> a que mais movimentou seus recursos, 23,92% contra 9,03% da curva ideal simples.

A configuração mais encontrada para as curvas de agregação de recursos financeiros para residências com duração de 5 meses, exceto para a obra de 45,98m<sup>2</sup>, foi a forma apresentada na Figura 19, pela obra de 52,60m<sup>2</sup>. Nesta figura encontra-se, também, a representação da curva ideal simples para uma utilização maior de recursos financeiros em 40% da duração do cronograma físico-financeiro.

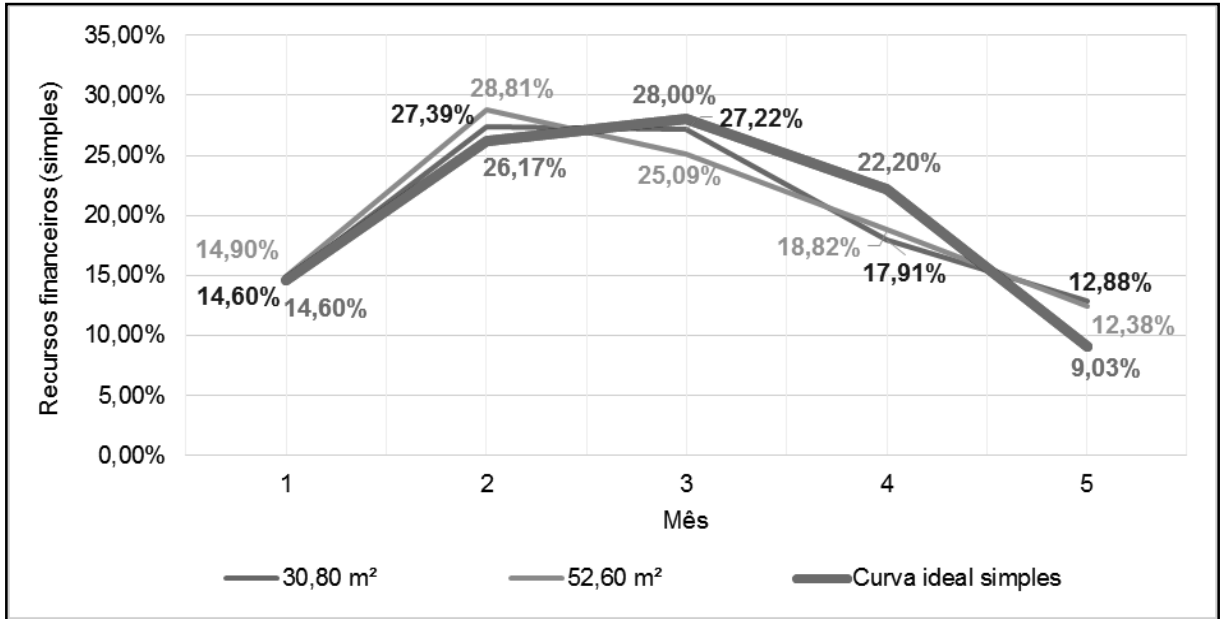


**Figura 19 – Curva de agregação de recursos não cumulativo x curva ideal simples com duração de 5 meses, para S=2 e I=40%**

A curva de agregação de recursos financeiros da obra com 52,60m<sup>2</sup> representada pela linha azul, na Figura 19, mobilizou inicialmente 14,90%, um resultado muito próximo ao sugerido pela curva ideal simples, que é de 14,60%. Já no segundo mês, a obra apresentou uma mobilização superior ao preconizado pela curva ideal simples, cerca de 3%. Ao terceiro e quarto mês, a curva de agregação de recursos utilizou menos recursos do que o sugerido pela curva ideal simples, e o contrário ocorreu ao quinto mês, onde a obra movimentou 12,38% do financiamento, contra 9,03% do preconizado pela curva ideal simples.

A residência de 42,98m<sup>2</sup> (representada pela linha marrom) se apresentou de maneira bem diferente das demais. Iniciou mobilizando 19,38% dos recursos, sendo o proposto pela curva ideal simples uma mobilização financeira de 14,60%. No segundo mês, a obra resgatou 45,46% de todo o financiamento, reduzindo para aproximadamente 6% de mobilização no terceiro e quarto mês. No quinto mês, o resgate dos recursos ficou em 23,92%, sendo este superior ao indicado pela curva ideal simples, que é de 9,03%.

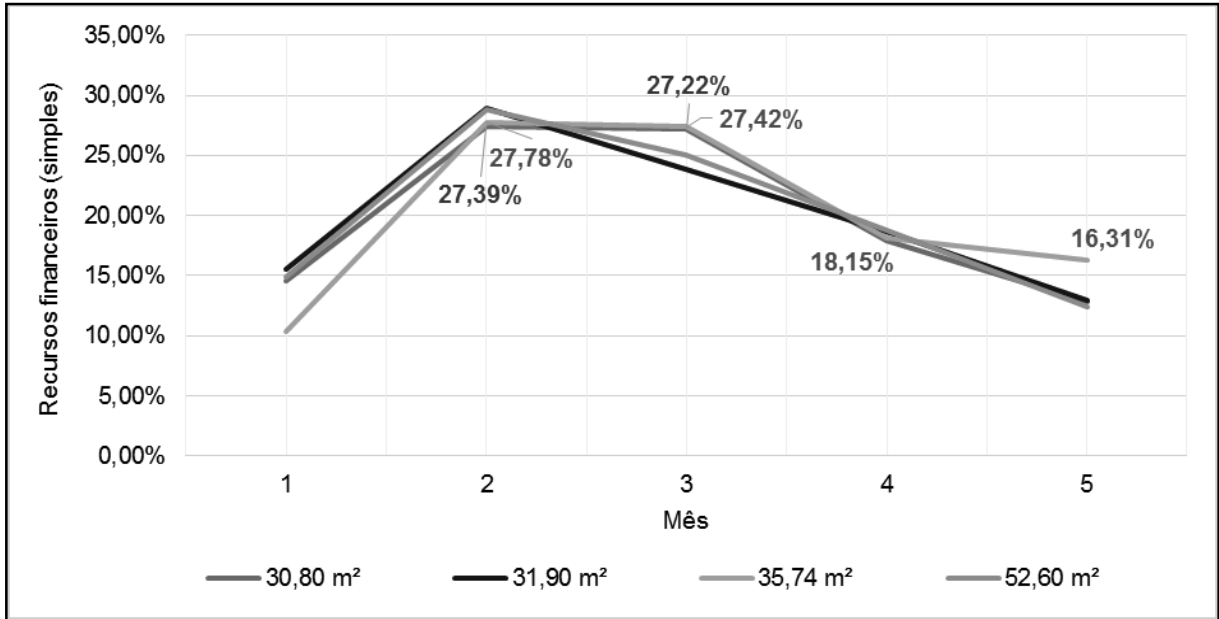
Dos 5 cronogramas físico-financeiros analisados, apenas 2 deles se comportaram de maneira semelhante a curva ideal simples (Figura 20).



**Figura 20 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 5 meses, para S=2 e I=40%**

A maior variação percentual entre a residência de 52,60m<sup>2</sup> e 30,80m<sup>2</sup> da Figura 20, com relação a curva ideal simples, ocorreu ao quarto mês, cerca de 4,3% inferior ao proposto. Nos demais pontos, a curva de agregação de recursos para as referidas obras apresentaram valores muito próximos ao preconizado pela curva ideal simples, onde pequenos ajustes na distribuição dos recursos financeiros, mês a mês, tornariam estas curvas mais semelhantes e até mesmo, iguais a curva ideal simples.

Para as obras de 30,80m<sup>2</sup>, 35,74m<sup>2</sup> e 42,98m<sup>2</sup>, a curva de agregação de recursos financeiros não acumulativo se dispôs da forma como apresentada na Figura 21.



**Figura 21 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 4 meses, para S=2 e I=40%**

Através da Figura 21, foi possível verificar que, entre o primeiro e segundo mês, ocorreu a fase de mobilização dos recursos financeiros.

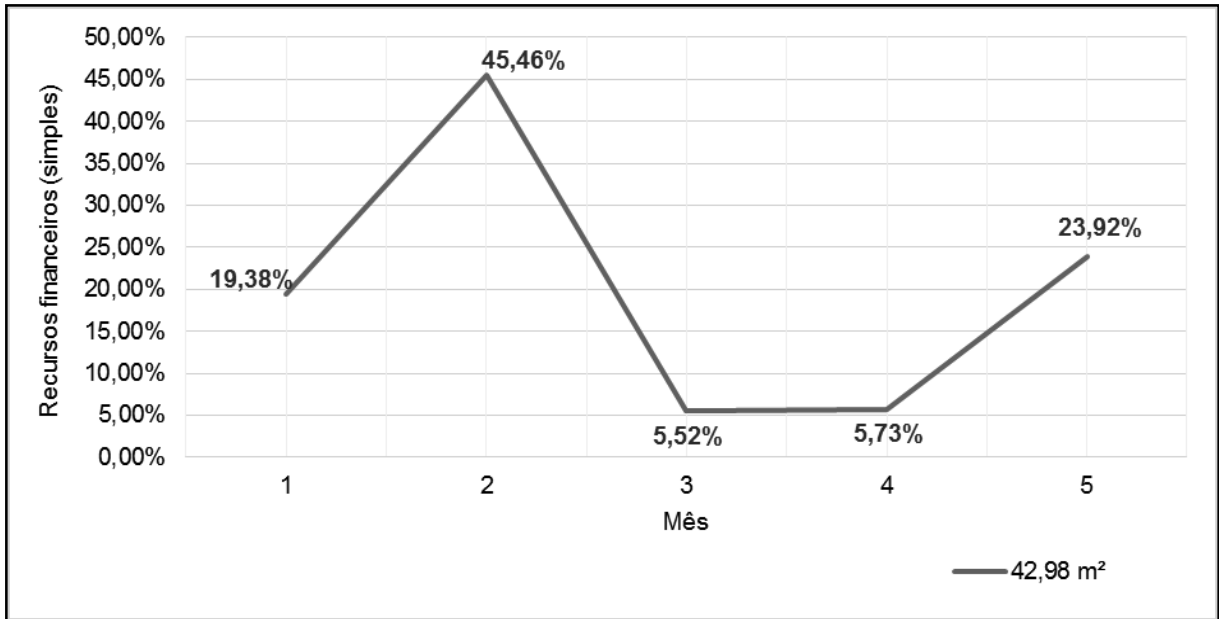
Durante o segundo e terceiro mês, as obras de 30,80m<sup>2</sup> e 35,74m<sup>2</sup> apresentaram a fase de estabilização da utilização dos seus recursos financeiros, entre 27,39% e 27,22% para a primeira, e 27,78% e 27,42% para a segunda.

No decorrer do cronograma físico-financeiro, entre o terceiro e quarto mês, as obras citadas anteriormente entraram na fase de desmobilização de seus recursos, reduzindo-os em aproximadamente 10%.

Para a fase final do cronograma, especificamente entre o quarto e quinto mês, a obra de 30,80m<sup>2</sup> continuou desmobilizando seus recursos, enquanto a obra de 35,74m<sup>2</sup> entrou novamente na fase de estabilização dos recursos financeiros.

O mesmo não ocorre com as residências de 31,90m<sup>2</sup> e 52,60m<sup>2</sup>. Ambas, entre o segundo e quinto mês, apenas desmobilizaram seus recursos, não ocorrendo estabilização em nenhum momento.

O cronograma que representa a obra de 42,98m<sup>2</sup> se comporta de maneira diferente das demais entre o segundo e quinto mês (Figura 22).



**Figura 22 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 5 meses, para S=2 e I=40%**

Entre o segundo e terceiro mês (Figura 22), a obra de 42,98m<sup>2</sup> passou a desmobilizar seus recursos financeiros, caindo de 45,46% para 5,52%. Entre o terceiro e quarto mês, ocorreu a fase de estabilização dos recursos, ou seja, o momento em que a disponibilização financeira de um mês se equipara ao mês anterior. Já no quarto e quinto mês, ocorre novamente a fase de mobilização dos recursos, passando de 5,73%, do quarto mês, a 23,92%, no quinto mês.

A grande mobilização de recursos financeiros no segundo mês, se deve as medições realizadas pelos engenheiros/arquitetos da Caixa Econômica Federal. As parcelas, exceto a última, são disponibilizadas de acordo com o percentual previsto no cronograma físico-financeiro e indicado no Relatório de Acompanhamento de Obra – RAE.

Quando ocorre pouca liberação do financiamento habitacional, como aconteceu entre o terceiro e quarto mês, significa que alguns serviços estão atrasados. Ao fazer a medição, o profissional responsável identifica como foi o andamento da obra e libera a próxima parcela sobre os serviços que serão concluídos e os próximos a serem iniciados.

Com relação a última parcela, ela corresponde ao mínimo de 5% do valor do empreendimento. Além disso, a Caixa Econômica Federal só a libera, após a conclusão da obra, a qual é averiguada por engenheiro/arquiteto da CAIXA, e com a

apresentação dos documentos de legalização habitacional (habite-se, averbação e CND do INSS).

#### 4.1.2.2 Para I=50%

As residências com duração de 5 meses, indicadas na Tabela 14, apresentaram áreas entre 48,18m<sup>2</sup> e 99,69m<sup>2</sup>. O maior consumo de recursos financeiros ocorreu no terceiro mês do financiamento, portanto, para a mudança de concavidade, que ocorre a 50% do início da obra, tem-se I=50.

**Tabela 14 – Distribuição dos recursos financeiros mês a mês x curva ideal simples (S=2 e I=50%) para obras com duração de 5 meses**

Área (m <sup>2</sup> )	Valor (R\$)	MÊS				
		1	2	3	4	5
48,18	R\$ 54.979,72	25,84%	26,11%	<b>27,12%</b>	14,33%	6,60%
50,77	R\$ 53.307,66	21,62%	20,94%	<b>25,80%</b>	25,12%	6,52%
53,13	R\$ 65.024,04	20,04%	13,93%	<b>25,66%</b>	24,38%	15,99%
68,85	R\$ 81.814,00	20,71%	20,11%	<b>27,42%</b>	18,22%	13,54%
69,56	R\$ 70.213,91	14,06%	19,43%	<b>54,21%</b>	9,96%	2,34%
99,69	R\$ 63.335,94	25,37%	6,86%	<b>31,60%</b>	27,06%	9,11%
<b>Curva S padrão</b>		11,11%	35,37%	64,38%	89,27%	100,00%
<b>Curva ideal simples</b>		<b>11,11%</b>	<b>24,26%</b>	<b>29,01%</b>	<b>24,89%</b>	<b>10,73%</b>

Analisando a Tabela 14, a mobilização de recurso financeiro no primeiro mês, foi superior ao proposto pela curva ideal simples em todas as obras. A curva ideal simples recomenda apenas 18,07% do montante. Ainda de acordo com a Tabela 14, a obra de 48,18m<sup>2</sup> apresentou a maior mobilização inicial, com 25,84%% de todo seu financiamento.

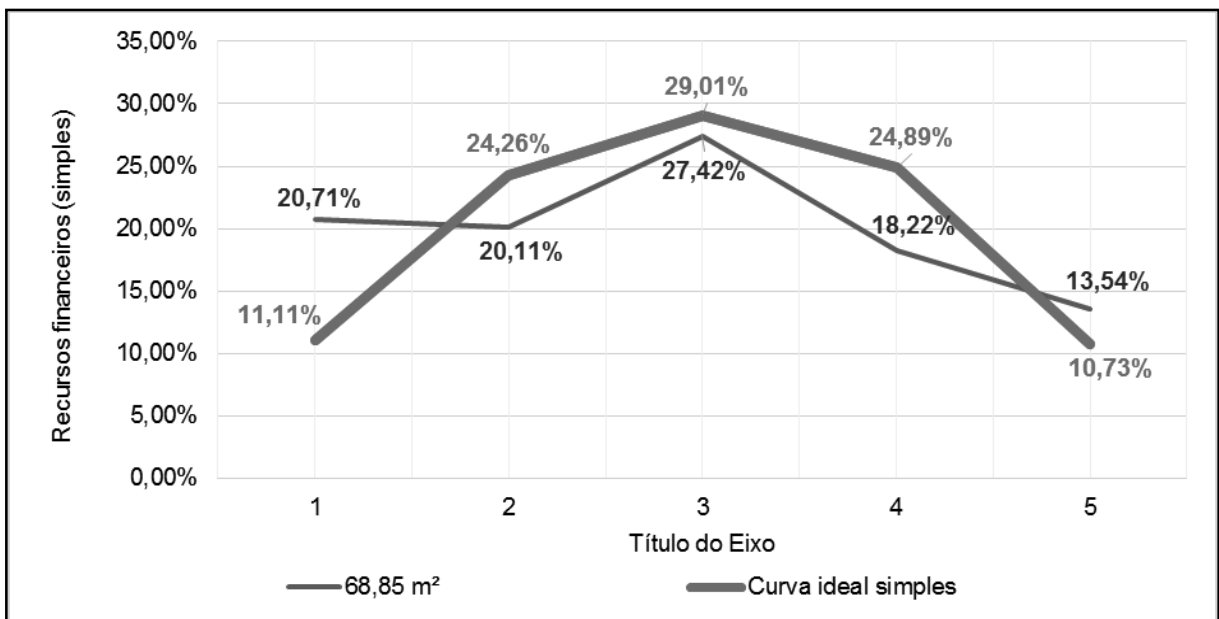
No segundo mês, novamente a residência de 48,18m<sup>2</sup> mobilizou mais recurso financeiro (26,11%) com relação ao preconizado pela curva ideal simples (24,26%), enquanto as outras se mantiveram a baixo da curva ideal simples.

As curvas de agregação de recursos financeiros para o terceiro mês das obras com 69,56m<sup>2</sup> e 99,69m<sup>2</sup>, foram superiores ao proposto pela curva ideal simples, que é de 29,01%, sendo que a obra com 69,56m<sup>2</sup> apresentou a maior mobilização entre elas (54,21%).

Ao quarto mês, a residência com 99,69m<sup>2</sup> mobilizou 27,06%, se mantendo, ainda, superior ao preconizado pela curva ideal simples, a qual indica uma mobilização de 24,89%. As demais residências, se mantiveram abaixo desta última, sendo a obra com 59,56m<sup>2</sup> a que apresentou a menor mobilização financeira entre elas, 9,96%.

No último mês (6º mês), duas obras mobilizaram acima do preconizado pela curva ideal simples (10,73%), sendo as obras de 53,13m<sup>2</sup> e 68,85%, as quais movimentaram 15,99% e 13,54%, respectivamente. As demais, mobilizaram menos recursos financeiros do que o proposto pela curva ideal simples, tal como a obra de 69,56m<sup>2</sup> que ao sexto mês movimentou apenas 2,34%.

Para as 6 obras da Tabela 14, é possível visualizar a curva de agregação de recursos da obra com 68,85m<sup>2</sup>, a qual representa o comportamento da maioria (Figura 23). Esta figura indica como ocorre a variação da distribuição dos recursos financeiros mês a mês, comparando a curva ideal simples.



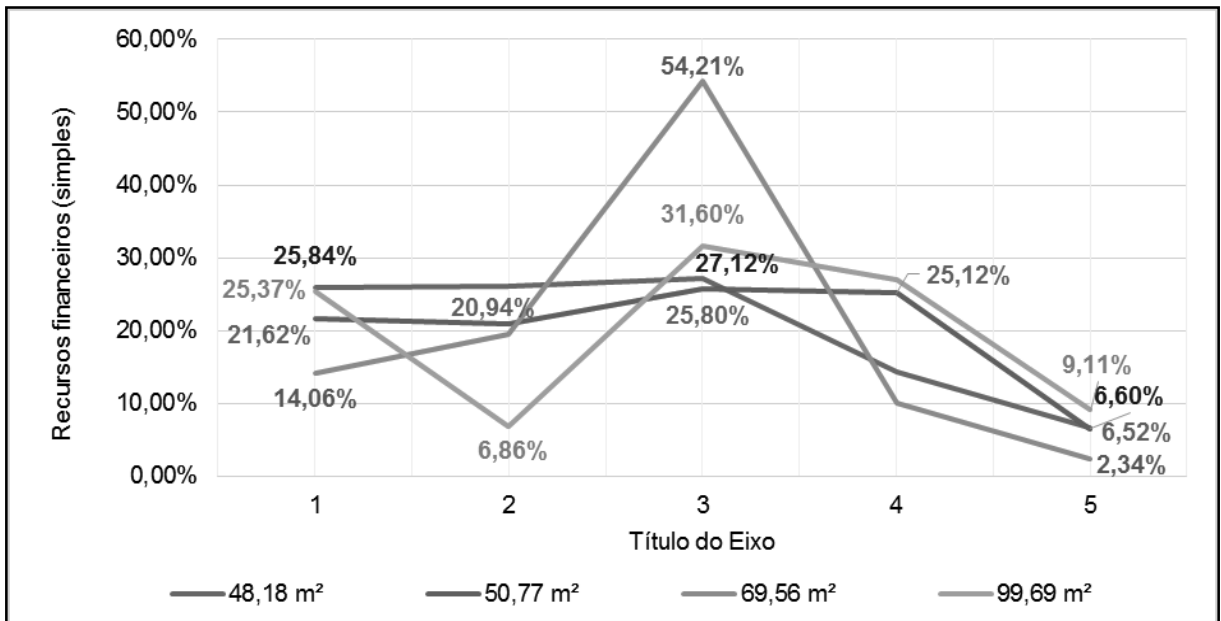
**Figura 23 – Curva de agregação de recursos não cumulativo x curva ideal simples com duração de 5 meses, para S=2 e I=50%**

Dos 6 cronogramas analisados, todos apresentaram um comportamento divergente ao da curva ideal simples, distribuindo aleatoriamente os recursos financeiros do início ao fim da obra, tal como mostra a Figura 23.

Para a curva de agregação de recursos financeiros da obra com 68,85m<sup>2</sup>, apresentada na Figura 23, a mobilização dos recursos financeiros foi superior ao

indicado pela curva ideal simples apenas no primeiro e quinto mês. Durante o segundo, terceiro e quarto mês do cronograma físico-financeiro, a mobilização destes recursos foi inferior ao proposto pela curva ideal simples.

A Figura 24, apresenta a forma como ocorreu a disposição dos recursos financeiros para as obras de 48,18m<sup>2</sup>, 50,77m<sup>2</sup>, 69,56m<sup>2</sup> e 99,69m<sup>2</sup>. Estas obras se diferenciam entre si pelos períodos em que ocorre a mobilização, estabilização e desmobilização financeira.



**Figura 24 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 5 meses, para S=2 e I=50%**

As obras de 48,18m<sup>2</sup> e 50,77m<sup>2</sup> (Figura 24) iniciaram a mobilização financeira seguida de estabilização dos recursos, onde a primeira manteve a estabilização até o terceiro mês, passando a desmobilizar a partir de então. Já a obra de 50,77m<sup>2</sup> manteve a estabilização até o segundo mês, mobilizando seus recursos entre o segundo e terceiro mês, seguida de uma estabilização do terceiro ao quarto mês. Ao final da obra, entre o quarto e quinto mês do cronograma físico-financeiro, ocorreu a fase de desmobilização financeira.

A obra de 69,56m<sup>2</sup> permanece na fase de mobilização dos recursos financeiros do primeiro ao terceiro mês. A partir de então, a obra passa a desmobilizar todo o restante dos recursos, não apresentando nenhuma fase de estabilização. Este modelo de curva é a triangular, citada por Heineck (1989), onde o autor afirma que a



obra não atinge a estabilização dos recursos, ou seja, assim que finaliza a mobilização, é iniciada a desmobilização.

A desmobilização que ocorre entre o primeiro e segundo mês da obra com 99,69m<sup>2</sup> se deve a atrasos na execução dos serviços da obra. Como enfatizado anteriormente, a Caixa Econômica Federal libera o recurso financeiro de acordo com as medições feitas dos serviços que já foram concluídos, em conjunto com os que serão realizados. Quando os serviços não estão de acordo com o cronograma, a liberação do recurso financeiro fica limitada aos serviços aferidos e aos que ainda serão executados.

E entre o segundo e terceiro mês (Figura 24), a obra passa novamente a mobilizar seus recursos, desmobilizando novamente entre o terceiro e quinto mês do cronograma físico-financeiro, onde finaliza os serviços.

#### 4.1.3 Residências com duração de 6 meses

A Tabela 15 apresenta 4 cronogramas, os quais distribuíram seus recursos financeiros em 6 meses. A maior movimentação financeira ocorreu no terceiro mês do financiamento, ou seja, para a Equação 1 apresentada por Mattos (2010), o valor de  $I$  (mudança de concavidade) é de 50%. A área de construção destas obras analisadas variaram entre 61,47m<sup>2</sup> a 99,50m<sup>2</sup>.

**Tabela 15 – Distribuição dos recursos financeiros mês a mês x curva ideal simples (S=2 e I=50%) para obras com duração de 6 meses**

Área (m <sup>2</sup> )	Valor (R\$)	MÊS					
		1	2	3	4	5	6
61,47	R\$ 71.999,84	13,30%	11,64%	<b>29,79%</b>	15,18%	21,75%	8,34%
69,97	R\$ 63.763,79	27,88%	16,15%	<b>32,10%</b>	9,12%	8,26%	6,19%
82,11	R\$ 94.386,49	14,69%	12,02%	<b>25,97%</b>	18,01%	20,80%	8,51%
99,50	R\$ 96.090,24	16,59%	19,88%	<b>24,10%</b>	19,89%	12,05%	7,49%
<b>Curva S padrão</b>		9,30%	28,54%	52,11%	75,21%	92,90%	100,00%
<b>Curva ideal simples</b>		<b>9,30%</b>	<b>19,24%</b>	<b>23,57%</b>	<b>23,10%</b>	<b>17,69%</b>	<b>7,10%</b>

De acordo com a Tabela 15, no segundo mês, apenas a obra de 99,50m<sup>2</sup> mobilizou acima da curva ideal simples. As demais obras, mobilizaram valores

inferiores. A menor mobilização ficou por conta das obras de 61,47m<sup>2</sup> e 82,11m<sup>2</sup>, com 13,30% e 14,69%, respectivamente.

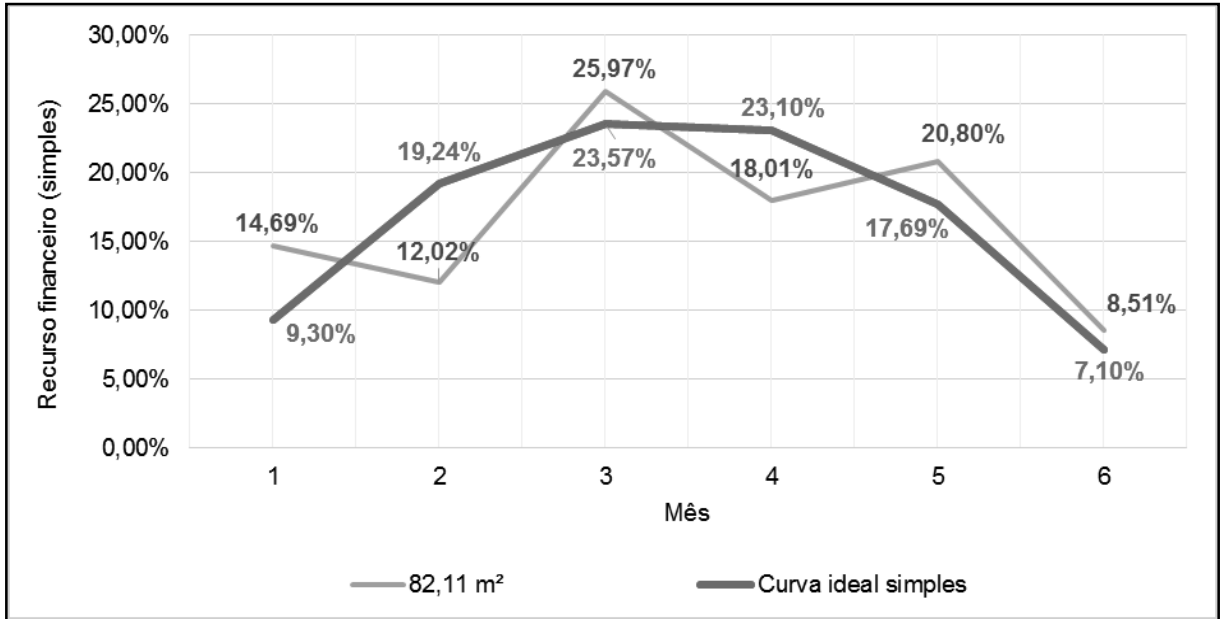
Para o terceiro mês do cronograma físico-financeiro, a mobilização financeira de todas as obras foi superior ao proposto pela curva ideal simples. A maior mobilização financeira ficou com a residência de 69,97m<sup>2</sup>, mobilizando 32,10% de seu montante, enquanto a curva ideal simples propõem mobilizar 23,57%, uma diferença de 10% de recursos.

No quarto mês, todas as obras consultadas mobilizaram abaixo do preconizado pela curva ideal simples. A obra de 69,97m<sup>2</sup> foi a que movimentou menos seus recursos, 9,12% contra 23,10% da curva ideal simples.

Para o quinto mês do cronograma físico-financeiro, a mobilização financeira de duas obras se manteve inferior ao proposto pela curva ideal simples, sendo estas a de 69,97m<sup>2</sup> e 99,50m<sup>2</sup>. As outras duas residências, 61,47m<sup>2</sup> e 82,11m<sup>2</sup> foram superiores a curva de agregação de recursos, com valores de 21,75% e 20,80%, respectivamente.

Ao final, no sexto mês, apenas a obra de 69,97m<sup>2</sup> mobilizou recurso financeiro inferior (6,19%) ao preconizado pela curva ideal simples (7,10%), as outras curvas de agregação de recursos foram superiores a curva ideal simples, sendo a obra de 82,11m<sup>2</sup> com a maior mobilização entre elas, 8,51%.

A curva de agregação de recursos que representa, de modo geral, as 4 obras com duração de 6 meses disponibilizadas na Tabela 15, foi a forma apresentada na Figura 25, pela obra de 82,11m<sup>2</sup> (em verde). Nesta figura encontra-se, também, a representação da curva ideal simples para uma utilização maior de recursos financeiros em 50% da do cronograma físico-financeiro.

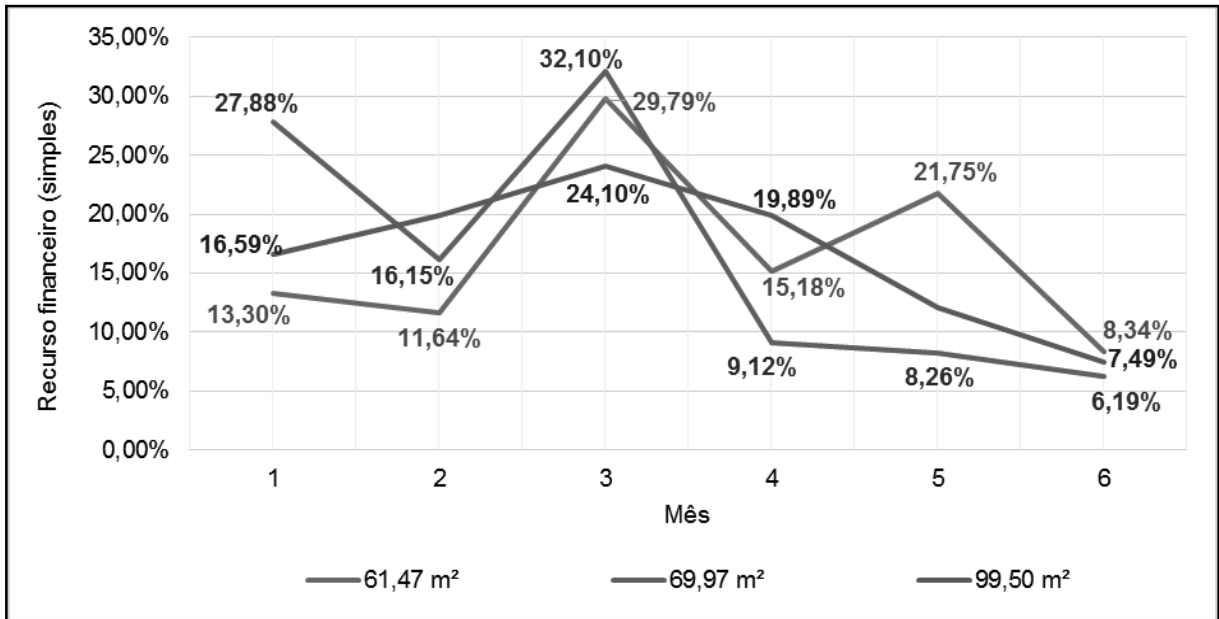


**Figura 25 – Curva de agregação de recursos não cumulativo x curva ideal simples com duração de 6 meses, para S=2 e I=50%**

A curva de agregação de recursos da Figura 25, apresentou grande oscilação na distribuição do montante financeiro, do início ao fim da obra. Verificou-se que a mobilização financeira no início da obra foi superior ao proposto pela curva ideal simples. Entre o terceiro e quarto mês, onde deveria ocorrer a estabilização desses recursos, a obra passou a desmobilizar. O percentual para esta desmobilização variou aproximadamente 8%, enquanto o limite da curva ideal simples, para este período é inferior a 0,5%. Além disso,

A obra de 69,97m<sup>2</sup> foi a que mais solicitou recursos financeiros no primeiro mês, sendo 27,88% dos seus recursos, contra 9,30% proposto pela curva ideal simples.

Dos 4 cronogramas físico-financeiros analisados, nenhum deles se comportou de maneira semelhante a curva ideal simples, sendo que apenas a obra de 69,97m<sup>2</sup> apresentou estabilização dos recursos financeiros (Figura 26).



**Figura 26 – Curva de agregação de recursos não cumulativo com duração de 6 meses, para S=2 e I=50%**

Na Figura 26, apenas a obra de 69,97m<sup>2</sup> apresentou estabilização dos seus recursos financeiros. Além disso, a obra de 99,50m<sup>2</sup> mobilizou seus recursos financeiros do primeiro ao terceiro mês, passando a desmobilizar a obra nos meses seguintes, não apresentando fase de estabilização dos seus recursos financeiros.

O caso da obra de 99,50m<sup>2</sup> é um dos estudados por Heineck (1989), e já citado anteriormente para uma obra de 5 meses. Se trata de uma obra que, de modo geral, assim que finalizada sua mobilização a 50% do início de sua execução, a obra passa para a fase de desmobilização dos recursos restantes, e a partir dessa configuração é possível notar a divisão do período da obra.

Para as demais obras, 61,47m<sup>2</sup> e 69,97m<sup>2</sup>, entre o primeiro e segundo mês foi reduzido a quantidade de recursos financeiros. Esta situação é a mesma que ocorre em uma obra com duração de 5 meses, onde provavelmente ocorreram atrasos na execução dos serviços, e a Caixa Econômica Federal liberou parte do financiamento de acordo com as medições feitas dos serviços a serem realizados em conjunto dos que já foram concluídos. E entre o segundo e terceiro mês, estas obras passaram a mobilizar novamente seus recursos, e desmobilizando em seguida, entre o terceiro e quarto mês do cronograma físico-financeiro.

Ao final do cronograma físico-financeiro, entre o quarto e quinto mês, a residência com 61,47m<sup>2</sup> atingiu novamente um pico devido a mais uma mobilização

(21,75%). Em seguida, a obra passa a desmobilizar novamente seus recursos, entre o quinto e sexto mês.

Já a obra de 69,97m<sup>2</sup> estabilizou seus recursos entre o quarto e quinto mês, sendo de 9,12% e de 8,26%, respectivamente, seguido da fase de desmobilização ao final do cronograma físico-financeiro.

Com relação a dimensão das obras e os resultados encontrados no presente estudo sobre as curvas de agregação de recursos, dos 19 cronogramas físico-financeiro classificados de acordo com a mudança de concavidade (I) da curva S padrão, apenas uma das obras mobilizou recurso financeiro inferior ao proposto pela curva ideal simples e outra atingiu o valor esperado para tal, a qual se refere a obra de 30,80m<sup>2</sup> com duração de 5 meses.

Sobre o ponto de maior consumo preconizado pela curva ideal simples, 7 curvas de agregação de recursos mobilizaram recursos financeiros superiores ao proposto pela curva ideal simples. A maior mobilização ficou por conta de uma obra residência com 69,56m<sup>2</sup>, a qual apresentou uma mobilização de 54,21%. Em contrapartida, a curva ideal simples sugere que se mobilize apenas 29,01% ao terceiro mês.

Ao final da curva de agregação de recursos, 12 cronogramas físico-financeiros mobilizaram recurso superior ao proposto pela curva ideal simples. Entretanto, deve-se lembrar que a liberação do montante financeiro da última parcela só ocorre quando a obra é concluída, sendo fiscalizada pelo engenheiro/arquiteto da Caixa Econômica Federal onde no ato deve-se apresentar os documentos habite-se, averbação e CND do INSS.

Com relação a duração das obras, apenas as obras de 52,60m<sup>2</sup> e 30,80m<sup>2</sup> de 5 meses, apresentaram comportamento semelhante a curva ideal simples. A maior variação dos recursos financeiros ocorreu no quarto mês, variando apenas 4,3% do preconizado pela curva ideal simples. Nos demais pontos, pequenos ajustes nas distribuições de recursos tornariam estas curvas se não iguais, mas muito semelhantes ao ideal.

As obras com maior duração (6 meses) se diferenciaram das com menor duração (4 meses) no ponto de maior consumo dos recursos financeiros. Os cronogramas físico-financeiros das obras com 6 meses mantiveram a mobilização dos seus recursos financeiros superiores a curva ideal simples, enquanto para os cronogramas de 4 meses ocorreu de modo contrário. Para o primeiro mês dos

cronogramas, as obras apresentaram consumos superiores a curva ideal simples, e para o último mês, dos 4 cronogramas analisados para as obras com 4 meses, 2 deles se manteve inferior ao preconizado pela curva ideal simples, já para as 4 obras com duração de 6 meses, apenas uma delas se manteve inferior ao ideal.

Analisando o valor financeiro de cada obra, as residências com maior valor (superior a R\$90mil) não se diferenciaram das de menor valor (inferior a R\$32mil) na fase de mobilização, estabilização e nem desmobilização com relação a curva ideal simples, sendo portanto, todos os pontos superiores a esta última.

#### 4.2 PERCENTUAIS DE REPRESENTATIVIDADE DOS SERVIÇOS

As obras analisada para a representatividade, são obras selecionadas de acordo com as classificações para as curvas de agregação de recursos financeiros. A primeira análise se refere a obras com até 100m<sup>2</sup>, conforme a Tabela 16.

**Tabela 16 – Representatividade dos serviços (em %) para residências de até 100m<sup>2</sup>**

(Continua)

ETAPA DA OBRA	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de variação	Máximo	IC Superior	IC Inferior	Mínimo
1 Serviços preliminares gerais	2,87	1,47	51,35	8,71	3,10	2,65	0,00
2 Infra-estrutura	8,75	2,90	33,14	18,64	9,19	8,31	3,12
3 Supra-estrutura	11,20	4,80	42,85	29,16	11,92	10,47	2,68
4 Paredes e painéis	10,34	2,84	27,52	24,84	10,77	9,90	0,71
5 Esquadrias	4,71	2,83	59,95	15,84	5,14	4,29	1,35
6 Vidros e Plásticos	3,17	1,77	55,88	8,63	3,43	2,90	0,00
7 Coberturas	10,09	2,65	26,24	17,25	10,49	9,69	2,76
8 Impermeabilizações	0,46	0,60	131,56	4,03	0,55	0,37	0,00
9 Revestimentos internos	9,94	2,34	23,53	17,25	10,29	9,58	5,09
10 Forros	1,97	1,82	92,32	7,71	2,24	1,69	0,00
11 Revestimentos externos	6,60	1,88	28,44	12,78	6,89	6,32	1,59
12 Pinturas	8,35	2,75	32,93	18,50	8,77	7,93	0,00
13 Pisos	6,75	1,65	24,48	12,11	7,00	6,50	2,47
14 Acabamentos	1,42	0,94	66,02	5,76	1,56	1,28	0,00
15 Instalações elétricas e telefônicas	5,00	1,54	30,88	11,91	5,23	4,77	1,62
16 Instalações hidráulicas	2,42	0,83	34,21	5,78	2,54	2,29	0,43
17 Instalação de esgoto e águas pluviais	3,49	1,55	44,32	8,75	3,72	3,25	0,98
18 Louças e metais	1,71	0,90	52,73	5,28	1,85	1,57	0,00

**Tabela 16 – Representatividade dos serviços (em %) para residências de até 100m<sup>2</sup>**

ETAPA DA OBRA	(Conclusão)						
	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de variação	Máximo	IC Superior	IC Inferior	Mínimo
19 Complementos	0,34	0,28	83,68	1,64	0,38	0,29	0,00
20 Outros serviços	0,41	1,27	307,51	14,00	0,60	0,22	0,00

De acordo com a Tabela 16, o item supra-estrutura representou em torno 11% do custo global, seguida do item paredes e painéis com 10,34% e coberturas com 10,09%. Os serviços complementos e outros serviços foram as etapas com menor representatividade, os quais somados, correspondem a 0,75% do custo total da obra.

O coeficiente de variação de *Pearson* nas análises foi superior a 15%, ou seja, os dados analisados se classificam em média a alta dispersão de dados, com relação às médias apresentadas na Tabela 16. Quanto maior o coeficiente de variação, maior é a dispersão dos valores do conjunto e quanto menor o coeficiente de variação, mais homogêneo é o conjunto.

O revestimento interno apresentou um coeficiente de variação de 23,53%, apresentando média dispersão, já outros serviços com 307,51%, o qual se encontra na faixa de dispersão muito alta. A impermeabilização também obteve um coeficiente muito alto, 131,56%.

As residências com área entre 100m<sup>2</sup> e 200m<sup>2</sup> estão representadas na Tabela 17.

**Tabela 17 – Representatividade dos serviços (em %) para residências de 100,01m<sup>2</sup> a 200m<sup>2</sup>**

ETAPA DA OBRA	(Continua)						
	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de variação	Máximo	IC Superior	IC Inferior	Mínimo
1 Serviços preliminares gerais	3,67	1,21	32,99	6,11	4,07	3,27	0,86
2 Infra-estrutura	8,08	3,58	44,27	23,73	9,26	6,91	4,29
3 Supra-estrutura	16,56	2,77	16,75	21,97	17,47	15,65	10,79
4 Paredes e painéis	9,17	2,21	24,15	13,90	9,89	8,44	6,15
5 Esquadrias	3,04	1,92	63,01	8,57	3,67	2,41	1,13
6 Vidros e Plásticos	3,98	1,89	47,58	10,22	4,60	3,36	0,55
7 Coberturas	8,37	2,91	34,75	13,21	9,33	7,41	0,68

**Tabela 17 – Representatividade dos serviços (em %) para residências de 100,01m<sup>2</sup> a 200m<sup>2</sup>**

(Conclusão)							
ETAPA DA OBRA	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de variação	Máximo	IC Superior	IC Inferior	Mínimo
8 Impermeabilizações	0,50	0,60	121,31	3,50	0,70	0,30	0,00
9 Revestimentos internos	9,69	1,99	20,56	13,60	10,34	9,03	4,71
10 Forros	0,82	1,63	199,40	5,24	1,35	0,28	0,00
11 Revestimentos externos	5,93	1,04	17,49	8,37	6,27	5,59	3,72
12 Pinturas	9,27	2,10	22,63	12,69	9,96	8,58	6,51
13 Pisos	10,08	2,59	25,67	15,99	10,93	9,23	5,65
14 Acabamentos	0,81	0,50	61,47	2,44	0,97	0,65	0,24
15 Instalações elétricas e telefônicas	4,38	1,55	35,33	12,47	4,89	3,87	2,88
16 Instalações hidráulicas	2,11	0,75	35,59	4,26	2,36	1,86	0,55
17 Instalação de esgoto e águas pluviais	1,94	0,86	44,13	4,29	2,22	1,66	0,64
18 Louças e metais	1,18	0,54	45,44	3,31	1,36	1,01	0,36
19 Complementos	0,15	0,04	28,13	0,26	0,17	0,14	0,00
20 Outros serviços	0,04	0,12	325,95	0,72	0,08	0,00	0,00

De acordo com a Tabela 17, a supra-estrutura possui, entre os cronogramas analisados, alta representatividade no custo global de uma obra, 16,56%, sendo esta, portanto, a etapa da obra que agrega maior custo financeiro para as obras analisadas.

Novamente, o coeficiente de variação de *Pearson* apresentou uma dispersão entre média e muito alta. Os menores valores (média dispersão) se devem a supra-estrutura e ao revestimento externo, que foram de 16,75% e 17,49%, respectivamente.

Com relação a alta representatividade financeira da supra-estrutura, é necessário um rigoroso controle financeiro e de qualidade durante sua execução, para não ocorrer gastos extras e retrabalhos.

A supra-estrutura variou sua representatividade em torno de 5% das obras de até 100m<sup>2</sup> para as obras de 100,01m<sup>2</sup> a 200m<sup>2</sup>. Em contrapartida, os serviços que apresentaram menor variação na representatividade, para estas dimensões, foram os serviços de impermeabilizações e complementos 0,04% e 0,19% respectivamente.

Nenhum dos serviços apresentaram dispersão de acordo com o proposto pelo trabalho de conclusão de curso (inferior a 15%), pois as obras se diferiram uma das outras. Segundo o manual de metodologias e conceitos da Caixa Econômica Federal, o consumo de materiais, a produtividade da mão de obra e dos equipamentos estão associados ao produto e ao processo.



O produto está relacionado com o tipo de serviço aferido, as exigências de projeto e as perdas associadas a ele. Um exemplo é o revestimento cerâmico, o qual tem seu preço definido de acordo com a qualidade do produto. Além disso, ambientes pequenos tendem a gerar mais perdas devido a necessidade de mais cortes.

O processo, está relacionado com a forma de execução de um serviço. Para o serviço de assentamento de blocos cerâmicos, por exemplo, pode ser utilizado a colher de pedreiro, ou a bisnaga, a qual reduz a perda de material e melhora a produtividade.

A discrepância do coeficiente de variação de *Pearson* na estrutura varia devido a forma como o concreto é preparado, se é realizado *in loco* ou dosado em centrais de concreto. As coberturas podem ser feitas com uma infinidade de materiais disponíveis no mercado, assim como possível proteção contra chuvas, ruídos e tipo de estrutura (aço ou madeira) para sustentação.

O mercado de esquadrias e vidros oferece vários modelos de portas e janelas, com dimensões e materiais diversos. Os vidros podem ser lisos, temperados ou até mesmo blindados. Os revestimentos também variam muito de uma obra para a outra, com relação ao nível de acabamento exigido pelo proprietário. Existe uma série de marcas de tinta, padrões de acabamento, cores, e que influenciam muito no orçamento, principalmente quando é necessário aplicar várias demãos para uma boa cobertura.

## 5 CONCLUSÃO

De modo geral, as curvas de agregação de recursos não se assemelharam com a curva ideal simples. Apenas 2 obras, com duração de 5 meses apresentaram o referido padrão de comportamento.

Com relação a dimensão das obras e os resultados encontrados, apenas uma das obras mobilizou recurso financeiro inferior ao proposto pela curva ideal simples, as demais se mantiveram acima do preconizado pela curva ideal simples.

As obras com maior duração, se diferenciaram das com menor duração no ponto de maior consumo dos recursos financeiros. Os cronogramas físico-financeiros de maior duração mantiveram a mobilização dos seus recursos financeiros superiores a curva ideal simples, enquanto para os de menor duração ocorreu de modo contrário.

Analisando o valor financeiro de cada obra, as residências com maior valor não se diferenciaram das de menor valor no início e fim das curvas de agregação de recursos com relação a curva ideal simples, todos os pontos superiores a esta última. Apenas no ponto de máxima utilização dos recursos, as obras com maior valor se mantiveram acima da curva ideal simples, enquanto as de menor valor se mantiveram abaixo desta última.

Sobre o tempo de mobilização, estabilização e desmobilização, notou-se através das curvas de agregação de recursos, que estas fases realmente existem, porém o período de estabilização não ocorreu em todas as residências analisadas.

Os picos no decorrer do cronograma, se devem a forma como as parcelas do financiamento são liberadas. Os valores são liberados de acordo com as medições realizadas pelo engenheiro/arquiteto da Caixa Econômica Federal, onde é identificado os serviços realizados e que serão desenvolvidos na próxima etapa da obra.

Pode-se constatar que pequenos ajustes na disposição dos recursos financeiros da obra, proporcionariam um cronograma melhor organizado, sem grandes picos financeiros e com maior controle de caixa. Além disso, a curva de agregação pode ser alterada, de modo a distribuir melhor os recursos financeiros.

É possível afirmar nesse sentido, que a curva de agregação de recursos se mostrou uma ferramenta simples e de fácil visualização da distribuição financeira da obra, permitindo simular e comparar, através de um banco de dados, o

comportamento dos cronogramas já concluídos, proporcionando maior confiabilidade a análise da viabilidade financeira de um empreendimento futuro.

Constatou-se que a utilização técnicas de programação e controle, melhoram a distribuição dos recursos financeiros ao longo do tempo. Em tese, essa disponibilização dos recursos sofreriam menos variações de uma obra para a outra.

Com relação a representatividade dos serviços, de modo geral, a supra-estrutura se destacou em todos os cronogramas, representando até 17% do custo total da obra. Outros serviços, complementos e impermeabilizações foram os serviços de menor representatividade financeira na obra, com valores entre 0,04% e 0,5%.

Não foi possível fornecer intervalos de confiança possíveis de serem utilizados para orçamentos futuros pois o coeficiente de variação de *Pearson* apresentou uma dispersão superior a 15%, o qual foi proposto por este trabalho de conclusão de curso.

Essa dispersão da amostra se deve a representatividade muito alta e muito baixa para um mesmo serviço, dentro da amostra. O manual de metodologias e conceitos da Caixa Econômica Federal afirma que o consumo de materiais e produtividade da mão de obra e dos equipamentos estão associados ao produto e ao processo.

O produto está relacionado com o tipo de serviço aferido, as exigências de projeto e as perdas associadas a ele. Existe inúmeros tipos de produtos, como pisos e tintas, os quais tem seu preço definido de acordo com sua qualidade e padrão de acabamento.

O processo, está relacionado com a forma de execução de um serviço. Algumas técnicas de assentamento de blocos cerâmicos, por exemplo, podem reduzir a perda de material e melhorar a produtividade, como o caso da bisnaga. Em contrapartida, também podem apresentar um valor mais oneroso em relação a um método comum, que é o assentamento manual dos blocos.

Portanto, a variação da dispersão dos coeficientes de variação de *Pearson* está diretamente relacionado com o produto e o processo (técnica construtiva) utilizado em cada uma das obras analisadas.

De modo geral, não foi possível identificar intervalos de confiança seguros que colaborem com a orçamentação da região oeste do Paraná, em virtude da dispersão do coeficiente de variação de *Pearson* para os serviços analisados. Os coeficientes de variação apresentaram valores para dispersão entre média e muito alta, não se enquadrando ao proposto pelo trabalho (máxima dispersão de 15%).

É necessário que os cronogramas sejam analisados juntamente com seus projetos a fim de identificar as diferenças de produtos, técnicas construtivas e estruturais, para enfim, relacionar melhor as representatividades dos serviços e obter um coeficiente de variação que apresente baixa dispersão.

Espera-se que este trabalho de conclusão de curso proporcione um conhecimento técnico das curvas de agregação de recursos e auxilie no controle financeiro dos cronogramas físico-financeiros futuros.

## 6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros, tem-se:

- Acompanhamento de um cronograma físico-financeiro para avaliar a forma que se dá a distribuição dos recursos.
- Utilizar os intervalos de confiança obtidos pela distribuição de  $t$  de *Student* a fim de verificar sua validade.
- Aplicar, na prática, a curva S ou a curva de agregação de recursos em uma obra, apresentando esta curva em sua forma original ou adaptando-a devido circunstâncias que podem surgir no decorrer do tempo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.721**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios - procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

ASSIS, Clélia de O. **Análise comparativa entre preços de venda obtidos a partir de orçamento discriminado e de estimativa de custos: estudo de caso em obra habitacional na cidade de Feira de Santana**. 2010. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DE CRÉDITO IMOBILIÁRIO E POUPANÇA. **Boletim informativo de crédito imobiliário e poupança julho 2016**. São Paulo: ABECIP, 25 ago. 2016. Disponível em: < <https://www.abecip.org.br/imprensa/informativos-mensais>>. Acesso em: 22 out. 2016.

ÁVILA, Antonio Victorino; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; LOPES, Oscar Ciro. **Orçamento de obras**. Florianópolis, SC: UNISUL, 2003. 66 p.

BALARINE, O. F. O. **O controle de projetos através dos conceitos de desempenho real (Earned Value)**. Produção (São Paulo), Porto Alegre, v. 10, n.2, p. 31-39, mai. 2001.

BORNIA, Antônio Cesar; LUNKES, Rogério João. Uma contribuição à melhoria do processo orçamentário. **Contabilidade Vista & Revista**. v. 18, n. 4, p. 37-59, out./ dez. 2007.

BORTOLON, Mariela. **Estudo sobre alternativas construtivas técnicas e econômicas para uma edificação da Unijuí no campus Panambi**. 2004. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2004.

BRASIL. **Decreto Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4591.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4591.htm)>. Acesso em: 09 out. 2016.

BRESSIANI, L.; HEINECK, L. F. M.; ROMAN, H. R. Indicadores paramétricos para orçamento e avaliação da qualidade de projetos: analisando a consistência interna de um banco de dados e das equações de regressão geradas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela. **Anais...** Canela: ANTAC, 2010a.

BRESSIANI, Lucia; ROMAN, Humberto R.; HEINECK, Luiz F. M. Curvas de agregação de recursos: uma análise de situações reais em obras residenciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13. 2010, Canela. **Anais...** Canela: ENTAC, 2010b. p. 1-11.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Perenidade dos programas habitacionais**. Brasília-DF: CBIC, 2016.

CASAROTTO, Rosangela M. **Análise das curvas de agregação de recursos de pequenos edifício em Florianópolis, Santa Catarina**. 1995. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

GALLOIS, Louise Pagani. **Orçamento e programação de uma edificação residencial**. 2014. 153 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

GARRAFOLI, Natal José. **Qualidade na construção civil**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura – IBDA. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/ibda.php>>. Acesso em: 22 out. 2016.

GIESELER, Sandra E. **Reabilitação de edificações: particularidades na elaboração de orçamentos discriminados**. 2009. 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

GONZÁLES, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. 2008. 49 f. Notas de aula. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2008.

GOMES, Frederico Pimentel. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. rev. e ampl. São Paulo: Nobel, 1990. 468 p.

HEINECK, Luiz Fernando M. **Curvas de agregação de recursos no planejamento e controle da edificação - aplicações a obras e a programas de construção**. 1989. 37 f. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

ICHIHARA, Jorge de A. **Um método de solução heurístico para a programação de edifícios dotados de múltiplos pavimentos-tipo**. 1998. 188 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa anual da indústria da construção 2014**. Rio de Janeiro-RJ: IBGE, Vol. 24, 2014. ISSN-0104-3412.

JESUS, Christiano R. M. de. **Análise de custos para reabilitação de edifícios para habitação**. 2008. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

KERN, Andrea P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção.** 2005. 234 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

KERN, Andrea P.; FORMOSO, Carlos T. Integração dos setores de produção e orçamento na gestão de custos de empreendimentos de construção civil. **Revista Tecnologia.** Fortaleza, v. 25, n. 1, p. 11-17, jun. 2004.

LOSSO, Iseu Reichmann. **Utilização das características geométricas da edificação na elaboração de estimativas preliminares de custos: estudo de caso em uma empresa de construção.** 1995. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

MANUAL DE METODOLOGIAS E CONCEITOS. **Caixa Econômica Federal.** Versão: 001. Vigência: 06/2014. Disponível em: <[http://www.arq.ufmg.br/bib/wp-content/uploads/2014/07/SINAPI\\_Manual\\_de\\_Metodologias\\_e\\_Conceitos\\_v01-2014.pdf](http://www.arq.ufmg.br/bib/wp-content/uploads/2014/07/SINAPI_Manual_de_Metodologias_e_Conceitos_v01-2014.pdf)> Acesso em 21 jun. 2017.

MARTINS, Arthur Boehme T. **Orçamento e programação de uma edificação residencial multifamiliar.** 2014. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MATTOS, Aldo Dórea. **Engenharia de custos.** Instalações: por que orçamos e planejamos mal. Blogs PINI. São Paulo, mai. 2015. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/instalacoes-por-que-orcamos-e-planejamos-mal-346210-1.aspx>>. Acesso em: 20 abril de 2017.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos.** São Paulo: Pini, 2006. 281 p. ISBN 857266176X.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras.** 1. ed. São Paulo, SP: Pini, 2010. 420 p. ISBN 9788572662239.

MINICHIELLO, Monique de O. **Qualidade no orçamento do custo direto de produção na construção civil.** 2007. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo) – Curso Superior de Tecnologia em Gerenciamento de Obras de Edificações. Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MONTEIRO, Nuno Ricardo P. T. **Desenvolvimento e estratégia na orçamentação: estudo de caso.** 2014. 252 f. Monografia (Mestrado em Engenharia Civil: Construções) – ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2014.



OTERO, Juliano Araújo. Uso de modelos paramétricos em estimativas de custo para construção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 1998, Niterói. **Anais...** Niterói: ABEPRO, 1998.

PLATAFORMA DE INDICADORES DO GOVERNO FEDERAL. **Unidades contratadas em todas as faixas - MCMV**. Disponível em: <<http://pgi.gov.br/pgi/indicador/dashboard/iniciar?id=2489&nome=Unidades%20contratadas%20em%20todas%20as%20Faixas%20-%20MCMV>>. Acesso em: 24 out. 2016.

PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DE CRESCIMENTO. **Minha Casa, Minha Vida contribui para aumento do financiamento habitacional registrado pela PNAD 2013**. Brasília-DF: PAC, 19 set. 2014. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/noticia/ce6ef008>>. Acesso em 22 out. 2016.

RIBEIRO, Renata L. **Metodologia para avaliação de orçamentos-tipo de edifícios residenciais**. 2014. 28 f. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2014.

SCOPEL, André C.; BRANDLI, Luciana L.; KUREK, Juliana; PANDOLFO, Adalberto; MORAES, Amauri G. Controle da implantação de projeto através de curvas “S” aplicado na execução de estruturas metálicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11. 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENTAC, 2006. p. 1-10.

SCOTTI, Maurício Geremias. **Orçamento e planejamento de uma residência unifamiliar**. 2014. 132 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SESSEGOLO, Ricardo Antunes. Momento do consumidor. **Jornal do Comércio – RS**. Porto Alegre, 20 mai. 2016. Disponível em: <[http://jcrs.uol.com.br/\\_conteudo/2016/05/opiniaio/500162-momento-do-consumidor.html](http://jcrs.uol.com.br/_conteudo/2016/05/opiniaio/500162-momento-do-consumidor.html)>. Acesso em: 22 out. 2016.

SILVA, Kassio; *et al.* Orçamento: A Composição de custos na construção civil. **Revista Pensar Engenharia**. v.3, n. 1, jan. 2015.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Cadernos técnicos de composições para produção de concreto**. Paraná: SINAPI, versão: 001, Jul/2016. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI\\_CT\\_LOTE1\\_CONCRETO\\_v001.pdf](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_LOTE1_CONCRETO_v001.pdf)>. Acesso em: 24 out. 2016.

SUAVE, Ricardo; LUNKES, Rogério J.; ROSA, Ereni C. G.; SOARES, Sandro V. Orçamento: análise das publicações nas revistas de contabilidade do Brasil. **RACE**, Unoesc, v. 12, n. 2, p. 641-676, jul./dez. 2013

TAVES, Guilherme Gazzoni. **Engenharia de custos aplicada à construção civil**. 2014. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

VIVIAN, Dinara Cristina. **Estudo comparativo para orçamentação de uma residência unifamiliar de padrão baixo**. 2014. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2014.