

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG

ENGENHARIA CIVIL

PATRICK LAGO MAIOLINI

**IMPLANTAÇÃO DE EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR EM TERRENOS
ACIDENTADOS: custos de fundação, arrimos e cortes na construção.**

**Varginha/MG
2016**

PATRICK LAGO MAIOLINI

**IMPLANTAÇÃO DE EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR EM TERRENOS
ACIDENTADOS: custos de fundação, arrimos e cortes na construção.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Esp. Leopoldo Freire Bueno.

**Varginha/MG
2016**

PATRICK LAGO MAIOLINI

**IMPLANTAÇÃO DE EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR EM TERRENOS
ACIDENTADOS: custos de fundação, arrimos e cortes na construção.**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas, UNIS-MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros;

Aprovado em / /

Prof.

Prof.

Prof.

OBS:

Aos meus pais, João e Rosane pelo constante apoio e incentivo durante toda minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que nos momentos mais difíceis esteve ao meu lado, guiando meus passos e iluminado meus pensamentos, quando por tantas vezes pensei em desistir. Aos meus pais e minha família pelo apoio, incentivo, carinho e amor a mim dedicados. Aos professores e colegas do curso de graduação em Engenharia Civil, em especial ao Prof. Esp. Leopoldo Freire Bueno pela atenção a mim dedicada, à Profa. Ma. Ivana Prado Vasconcelos pela compreensão e a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram com o desenvolvimento deste trabalho e também com a minha formação.

"A gente tem que sonhar, senão as coisas não acontecem".

Oscar Niemeyer

RESUMO

Esse trabalho trata-se de um estudo sobre a implantação de edificação unifamiliar em terrenos acidentados, fazendo-se análise dos custos com fundação, muros de arrimo e cortes, além de comparar os sistemas estruturais possíveis para terrenos acidentados, avaliando os diversos tipos de implantação para edificações. Devido ao grande impacto das fundações no custo da obra, principalmente no caso de terrenos acidentados, torna-se necessária a análise dos tipos de fundações viáveis para o respectivo local e métodos para redução dos custos. O trabalho também retrata o impacto dos muros de arrimo nos custos da obra, já que em determinados tipos de edificação os mesmos se tornam indispensáveis, além de seus sistemas de drenagem. Também é discutido o impacto causado pelas obras no entorno imediato da edificação e quais as soluções a serem tomadas como forma de amenizá-las e tornar a convivência com os vizinhos mais amigável. Tal estudo tem como objetivo a análise e escolha da metodologia mais adequada para edificação unifamiliar em terreno acidentado e que possua maior viabilidade econômica, não perdendo em qualidade técnica. Isso se torna indispensável nos dias de hoje, já que os custos com a construção civil estão cada vez mais altos e o setor apresenta grandes taxas de desperdício. Dessa forma, entende-se que esses custos podem ser amenizados através da elaboração de novas técnicas construtivas.

Palavras-chave: Terrenos acidentados. Fundação. Construção civil.

ABSTRACT

This work it is a study on the implementation of single-family building in rough terrain, making up analysis of the costs of foundation, retaining walls and cuts, and compare possible structural systems for rough terrain, assessing the various types of implementation for buildings. Due to the great impact of foundations in construction costs, especially in case of uneven terrain, it is necessary to analyze the types of viable foundations for local and methods for its cost reduction. The work also depicts the impact of retaining walls in the work costs, as in certain types of building they become indispensable, and their drainage systems. It is also discussed the impact caused by construction in the immediate surroundings of the building and what the solutions to be taken as a way to soften them and make living with the most friendly neighbors. This study aims to analyze the method of single-family building in rugged terrain that has greater economic viability, not losing in technical quality. This becomes essential nowadays, as the costs of construction are increasingly high and the sector presents great wastage rates. Thus, it is understood that these costs can be minimized through the development of new construction techniques.

Keywords: *rough terrain. Foundation. Construction.*

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos solos	26
Quadro 2 – EAP Projeto 1	47
Quadro 3 – EAP Projeto 2	50
Quadro 4 – EAP Projeto 3	53
Quadro 5 – Comparativo de projeto	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Alvenaria comum.....	18
Figura 2 – Alvenaria estrutural	19
Figura 3 – Tijolo ecológico	20
Figura 4 – Steel framing	21
Figura 5 – Concreto moldado <i>in loco</i>	22
Figura 6 – Classificação da altitude	23
Figura 7 – Topografia do terreno	24
Figura 8 – Edificação elevada do solo sobre pilotis	27
Figura 9 – Edificação em cascata	28
Figura 10 – Edificação implantada sobre platô escavado.....	28
Figura 11 – Edificação implantada sobre platô criado por corte.....	29
Figura 12 – Drenagem superficial	32
Figura 13 – Estabilidade dos muros de arrimo	33
Figura 14 – Vista Frontal lote 6	36
Figura 15 – Vista posterior lote 6	37
Figura 16 – Vista frontal lote 14	37
Figura 17 – Planta baixa – projeto 1.....	38
Figura 18 – Fachada interna – projeto 1	39
Figura 19 – Imagem renderizada de edificação em terreno acidentado com desaterro total	40
Figura 20 – Imagem renderizada de edificação em terreno acidentado com desaterro total	40
Figura 21 – Planta baixa 1 – projeto 2.....	41
Figura 22 – Fachada interna – projeto 2.....	42
Figura 23 – Imagem renderizada da edificação em terreno acidentado com desaterro parcial	43
Figura 24 – Imagem renderizada da edificação em terreno acidentado com desaterro parcial	43
Figura 25 – Planta baixa – projeto 3.....	44
Figura 26 – Fachada interna – projeto 3	45
Figura 27 – Imagem rederizada de edificação em terreno plano.....	46
Figura 25 – Imagem rederizada de edificação em terreno plano.....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3 JUSTIFICATIVA.....	16
4 CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	17
4.1 Sistemas construtivos utilizados no Brasil	18
4.1.1 Alvenaria comum	18
4.1.2 Alvenaria estrutural	19
4.1.3 Tijolo ecológico.....	19
4.1.4 Light Steel Framing.....	20
4.1.5 Concreto moldado in loco.....	21
4.2 Terrenos Acidentados	21
4.2.1 Classificação.....	21
4.2.2 Vantagens e Desvantagens	21
4.2.3 Análise da inclinação e tipo de solo	21
4.2.4 Sistemas estruturais para edificação unifamiliar em terrenos acidentados.....	21
4.2.4.1 Edificação elevada do solo sobre pilotis	27
4.2.4.2 Edificação em cascata.....	27
4.2.4.3 Edificação implantada sobre platô escavado	28
4.2.4.4 Edificação implantada sobre platô criado por corte	29
4.3 Fundações.....	29
4.3.1 Fundações rasas para edificação unifamiliar	30
4.3.2 Técnicas de amenização de impacto nos custos de fundação.....	30
4.4 Muros de Arrimo	31
4.4.1 Principais patologias observadas em muros de arrimo.....	31

4.4.2 Sistemas de drenagem	32
4.4.3 Técnicas de amenização de impacto nos custos de fundação.....	33
4.5 Análise de Impacto Causado Pela Obra No Entorno Imediato	34
5 METODOLOGIA	36
5.1 Projeto 1: desaterro total.....	38
5.2 Projeto 2: desaterro parcial	32
5.3 Projeto 3: terreno plano	32
6 RESULTADOS	47
6.1 EAP - Projeto 1.....	32
6.2 EAP - Projeto 2.....	50
6.3 EAP - Projeto 3.....	53
7 DISCUSSÃO	56
8 CONCLUSÃO	57
REFÊRENCIAS	58

ANEXOS

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil passa por um momento de aquecimento em todo o país, onde os produtos e a mão-de-obra estão cada vez mais valorizados e especializados, além de inúmeras tecnologias que surgem nos sistemas construtivos. Isso não é diferente com relação aos terrenos. São muitas novas áreas loteadas, bastante valorizadas e os habitantes buscando condições de adquirir suas próprias moradias.

Com esse aumento no número de construções surgem algumas situações que anteriormente não eram muito questionadas. Várias regiões apresentam relevos acentuados, o que interfere diretamente nos custos da obra. De acordo com o projeto e com a funcionalidade da edificação, surge a necessidade de se efetuar cortes no terreno, e conseqüente construção de muros de arrimo, terraplenagens, sistemas de drenagem, sem falar dos tipos de fundações que podem variar dependendo do solo local, da carga a qual receberá a edificação ou mesmo do sistema construtivo.

Assim, tornam-se cada vez mais importantes os estudos acerca do assunto, para que novas técnicas construtivas possam ser desenvolvidas, até mesmo para facilitar serviços de mão-de-obra, que além de onerosos estão bastante escassos e novos materiais de construção com custos reduzidos.

Os profissionais do ramo da engenharia civil e da arquitetura vem sendo a cada dia mais valorizados e requisitados para execução de projetos não só de grandes obras, como de pequenas obras residenciais. Portanto, eles também devem projetar de forma que o relevo do terreno possa ser aproveitado ou mesmo que os cortes necessários tragam benefícios para a edificação que compensem custos adicionais.

É nítido que são várias as formas de redução dos custos com uma obra. Isso vai desde a economia de materiais de construção, visto que, o setor da construção civil é um dos maiores geradores de resíduos do mundo e um pouco de organização partindo do planejamento até a execução do projeto pode refletir em economia de produto, tempo e mão-de-obra até o reaproveitamento de materiais, como é o caso dos agregados reciclados que vem sendo bastante utilizados já que o índice de recursos naturais utilizados no setor é razoavelmente significativo.

Com relação ao entorno edificado, essa é uma relação que traz inúmeros problemas a construtoras ou mesmo aos administradores e proprietários de pequenas obras, devido à incômodos decorrentes das construções. Assim, torna-se de fundamental importância o bom

convívio e acordo entre as partes, para que todo o processo de construção ocorra de forma rápida, eficaz e sem preocupações.

A partir do conhecimento desses critérios, será possível se produzir projetos que possam trazer economia, aplicando conceitos de conforto e sustentabilidade mesmo em obras de edificação residencial unifamiliar.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é avaliar a viabilidade econômica da implantação de edificação unifamiliar em terrenos acidentados.

2.2 Objetivos Específicos

Com a elaboração desse trabalho, pretende-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Analisar os custos com materiais para fundação;
- Levantar os custos para construção de estruturas para arrimos;
- Comparação de custos de obras em diferentes condições e tipos de terrenos acidentados e terrenos regulares).

3 JUSTIFICATIVA

Em meio aos altos custos de mão de obra, assim como dos materiais de construção e surgimento de novas tecnologias de construção, torna-se importante a elaboração de estudos de implantação de edificações unifamiliares em terrenos acidentados, afim de avaliar a viabilidade econômica dessas construções e aplicação do melhor sistema para cada caso a ser estudado.

4 CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

É sabido que a construção civil é um dos setores mais importantes para a economia, sendo que o desenvolvimento e a capacidade de produção do país estão diretamente ligadas ao crescimento desse setor.

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016, a construção civil representa aproximadamente 16% do PIB brasileiro, sendo o segundo maior setor econômico do país. E um ponto importante a se destacar é que o setor é praticamente todo nacionalizado, utilizando apenas 2% de produtos importados. Portanto, podemos concluir que a construção civil sofre pouca interferência do mercado mundial.

O setor da construção civil no Brasil passou nos últimos anos por uma enorme expansão, seja no quesito de produtos ou de tecnologias. Com isso o homem desenvolve obras monumentais, imponentes, capazes de impressionar. No que diz respeito às obras residenciais, esse avanço não é tão notável e o que vemos é uma estagnação com relação às técnicas construtivas.

Segundo a FIRJAN (2014), no que diz respeito à mão de obra, o setor vem experimentando o pleno emprego desde o ano de 2006, com taxas de desemprego inferiores a 6% e chegou em 2014 a marca histórica de mais de 3,6 milhões de empregos formais. A capacidade atual em gerar emprego tem implicado elevação relativa do custo da mão de obra no valor dos produtos da Construção Civil, sem o devido ganho em produtividade. Esse cenário impõe como principal obstáculo a ser enfrentado pela cadeia produtiva o aumento da produtividade por meio da adoção de processos de produção com grau de industrialização elevado.

A crise que afeta o país nos últimos anos provocou uma queda significativa nos rendimentos do setor, com consequente aumento no desemprego de profissionais da área.

Segundo levantamento de MELHORES E MAIORES, 2014, “a rentabilidade do setor caiu de 11,2% em 2013 para 2,3% em 2014. Apenas três das 23 empresas de construção classificadas entre as 500 maiores do país conseguiram crescer no último ano. A Odebrecht, a maior delas, teve queda de 32% nas vendas.”

Especialistas apostam que o setor estabilizará em 2017, quando o consumidor retomar sua confiança, a inflação se manter controlada e controle do desemprego.

Com relação aos sistemas construtivos, a alvenaria ainda é o método mais utilizado no país, seja ela em bloco de concreto ou tijolo cerâmico e, provavelmente, isso se dê pela

acessibilidade de custos do concreto. O grande problema é a enorme geração de resíduos e o desperdício de materiais gerado no setor. Assim, novas técnicas e produtos vem sendo desenvolvidos a fim de dublar os inconvenientes dos métodos até então utilizados.

4.1 Sistemas construtivos utilizados no Brasil

Todos os sistemas construtivos apresentam pontos positivos e negativos e o conveniente é que o profissional responsável pela obra defina o método mais viável para cada situação.

4.1.1 Alvenaria comum

Sendo um dos métodos mais utilizados no Brasil, uma construção de alvenaria comum (figura 1) utiliza tijolos de concreto e tijolos cerâmicos com função de vedação e divisão de cômodos. Nesse método é necessário a existência de vigas e pilares com ferragem armada.

Os custos são relativamente atraentes, apresenta facilidade de mão-de-obra e de materiais de construção. Como inconvenientes apresenta alto tempo de construção, podem ocorrer patologias com o passar dos anos e grande geração de resíduos.

Figura 1 – Alvenaria comum



Fonte: (Canal do Engenheiro, 2015)

4.1.2 Alvenaria estrutural

Método que vem sendo cada vez mais executados, principalmente em grandes edificações. O sistema é autoportante (figura 2), já que os blocos e tijolos utilizados são estruturais, tendo eles propriedades de tração e compressão, o que reduz custos e tempo de obra. A aplicação deve ser acompanhada por um profissional experiente. Não é possível a alteração da estrutura planejada e os vãos devem ser menores com relação à outros métodos.

Figura 2 – Alvenaria estrutural

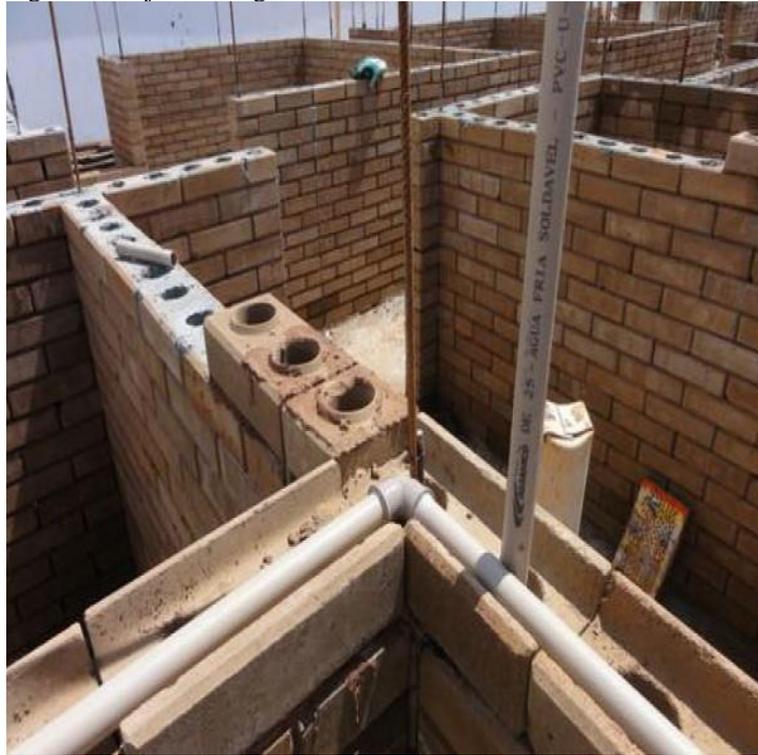


Fonte: (Canal do Engenheiro, 2015)

4.1.3 Tijolo ecológico

A construção de tijolos ecológicos (figura 3) apresenta características diferenciadas, sendo os tijolos feitos com uma mistura de terra, cimento e areia que são moldados por prensas. As estruturas como vigas, pilares e vergas e tubulações hidráulicas e elétricas podem estar embutidos nos tijolos e o assentamento pode ser feito com cola PVA ou mistura de solo com cimento. Para quem deseja acabamento rústico, o método se torna bastante interessante, além de que altos níveis de conforto termo-acústicos podem ser alcançados.

Figura 3 – Tijolo ecológico



Fonte: (Canal do engenheiro, 2015)

4.1.4 Light steel framing

Técnica muito utilizada em países desenvolvidos, a utilização de perfis de aço leve (figura 4) possibilita muita eficácia e rapidez quando comparado a outros métodos. No Brasil, a falta de tecnologia e mão-de-obra ainda são escassas, o que impede sua difusão. Como vantagens é possível citar a durabilidade, resistência, facilidade de manutenção, bom acabamento, não apresenta as mesmas patologias como o concreto e o acabamento é perfeito.

Figura 4 – *Steel Framing*

Fonte: (Undestand Building construction, 2016)

4.1.5 Concreto moldado in loco

O primeiro passo é o posicionamento dos sistemas de hidráulica, elétrica, sanitária e vãos da edificação. A partir daí são montadas as fôrmas que podem ser de aço, alumínio, plástico ou madeira para que o concreto possa ser moldado.

Estudos mostram que utilizando uma equipe de 12 funcionários especializados, consegue-se montar toda a estrutura das formas, componentes, malhas de ferro, aberturas, concretagem e desmolde em apenas 1 dia. Os esquadros obtidos possuem angulação perfeita e a quantidade de desperdício de material é bastante reduzida, pois o método permite que orçamentos bem precisos sejam feitos. Para isso, é necessário que os projetos sejam extremamente bem calculados. Como o custo com as fôrmas é alto, torna-se inviável a construção de apenas uma edificação. (figura 5)

Figura 5 – Concreto moldado *in loco*



Fonte: (Comunidade da construção, 2016)

4.2 Terrenos Acidentados

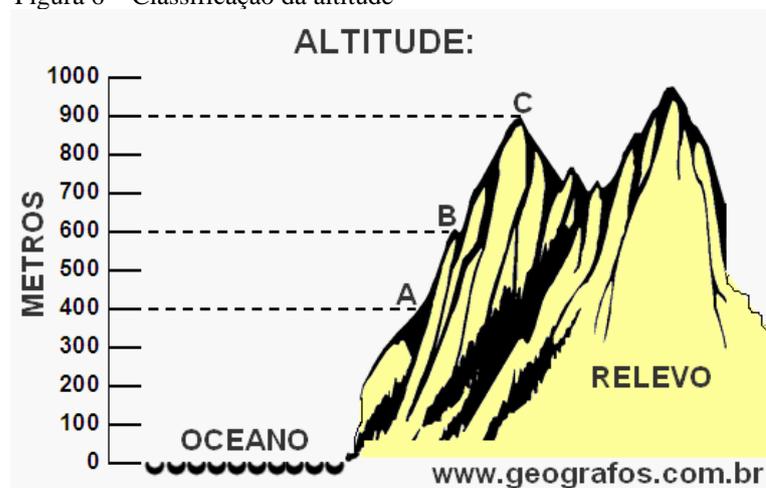
A parte superficial da litosfera é o terreno em que vivemos e apresenta grande variedade de formas. Isso é definido pelo relevo brasileiro, formado pela movimentação das placas tectônicas. O intemperismo – variação de elementos climáticos como a chuva, vento e temperatura – também tem influência na transformação do relevo. Também é importante citar a influência dos rios, mares e geleiras como esculpidores da natureza.

“No território brasileiro, as estruturas e as formações litológicas são antigas, mas as formas do relevo são recentes. Estas foram produzidas pelos desgastes erosivos que sempre ocorreram e continuam ocorrendo, e com isto estão permanentemente sendo reafeiçoadas (mudando de forma). Desse modo, as formas grandes e pequenas do relevo brasileiro têm como mecanismo genético, de um lado, as formações litológicas e os arranjos estruturais antigos, de outro os processos mais recentes associados à movimentação das placas tectônicas e ao desgaste erosivo de climas anteriores e atuais.” (ROSS, 2005)

4.2.1 Classificação

O relevo brasileiro foi classificado pela primeira vez em 1940 por Aroldo de Azevedo, considerando cotas altimétricas. Assim definiu-se diferenças entre planícies e planaltos, onde respectivamente apresentam processos de erosão e sedimentação. A figura 6 apresenta a classificação da altitude com relação ao nível do mar.

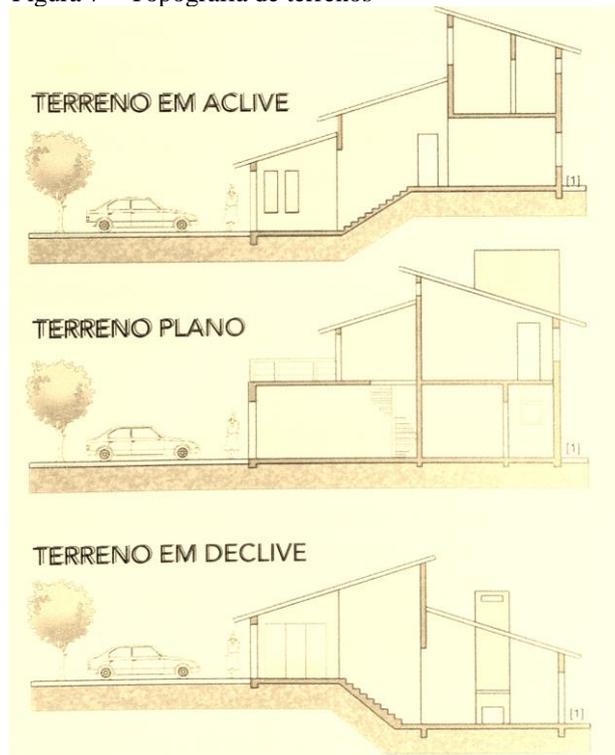
Figura 6 – Classificação da altitude



Fonte – (Geógrafos, 2016)

No que diz respeito à inclinação de terrenos, eles podem estar em aclave ou declive (figura 7). No aclave, os terrenos estão acima do nível da rua e no declive, eles estão abaixo do nível da rua.

Figura 7 – Topografia de terrenos



Fonte: (Arquitetura sem mistério, 2013)

4.2.2 Vantagens e Desvantagens

Os terrenos acidentados possuem vantagens e desvantagens dependendo da utilização. Talvez um terreno com topografia em declive pode ser ruim para a construção de um edifício em que não seja adequada utilização da circulação vertical, enquanto que isso pode privilegiar outras funções.

No geral, o terreno acidentado pode apresentar desvantagens quanto aos custos com movimentação de terra, estruturas para muro de arrimo e fundações, necessidade de circulação vertical. Em muitos casos, apresenta dificuldade quanto ao escoamento de água pluvial e esgoto, e, com isso, surge a necessidade da criação de sistemas de drenagem. Também torna-se complicado o aproveitamento total do terreno.

Em contrapartida, é possível enumerar como vantagens a vista privilegiada, maior possibilidade de exploração arquitetônica, tornando os projetos mais criativos e aproveitamento da iluminação e ventilação naturais. Na maioria das vezes esses terrenos acabam por ter custo de m² inferior aos demais e isso pode compensar custos adicionais com a construção.

4.2.3 Análise da inclinação e tipo solo

A inclinação do terreno e a análise do tipo de solo são fundamentais para uma edificação, pois podem causar influências diretas sobre a estrutura da mesma.

Os taludes devem ser tratados de forma a não sofrerem rupturas que possam atingir a construção. Nos dias de hoje, são muitas as técnicas utilizadas para fins de estabilização do solo. Para fins de construção civil, os solos devem ser o mais compacto possível, com pouca porosidade, sendo capaz de garantir a integridade de uma estrutura de edificação quanto à estabilidade e carregamento do solo ou da rocha que está abaixo da fundação.

”A estratificação, composição e densidade das camadas, as variações no tamanho das partículas e a presença ou ausência de um lençol freático são fatores essenciais para se determinar a adequação de um solo como material de sustentação.” (CHING, 2010)

Basicamente, é possível diferenciar o solo em dois tipos: solos de granulometria grossa, sendo aqueles com partículas de pedra e areia relativamente grandes e visíveis a olho nu e os solos de granulometria fina, com siltes e argilas que são partículas bem pequenas. Devido ao intemperismo, um terreno pode combinar mais de um tipo de solo.

Em grande parte, a avaliação do solo se resume em sondagens simples, mas de acordo com o porte da obra, a análise deve ser mais aprofundada através de poços exploratórios, ensaio de penetração contínua e ensaio de paleta.

Antes de iniciar a construção, é de extrema importância a análise do solo para se avaliar a resistência do mesmo quanto à sua capacidade de carga admissível.

Isso é feito através de testes de pressão máxima por área na qual uma fundação pode impor vertical ou lateralmente a uma massa de solo. A tabela 1 apresenta a classificação dos solos com relação à capacidade de carregamento presumida.

Quadro 1 – Classificação dos solos

Classificação dos solos*	Símbolo	Descrição	Capacidade de carregamento presumida**		Suscetibilidade ao congelamento	Permeabilidade e drenagem	
			lb/in ² ***	kPa			
Pedras 6,4–76,2 mm	Pedras limpas	GW	Pedras uniformes	10.000	479	Nenhuma	Excelentes
		GP	Pedras não uniformes	10.000	479	Nenhuma	Excelentes
	Pedras com finos	GM	Pedras siltosas	5.000	239	Pequena	Baixas
		GC	Pedras argilosas	4.000	192	Pequena	Baixas
Areias 0,05–6,4 mm	Areias limpas	SW	Areia uniforme	7.500	359	Nenhuma	Excelentes
		SP	Areia não uniforme	6.000	287	Nenhuma	Excelentes
	Areias com finos	SM	Areia siltosa	4.000	192	Pequena	Razoáveis
		SC	Areia argilosa	4.000	192	Média	Baixas
Siltes 0,002–0,05 mm	LL>50 ****	ML	Silte inorgânico	2.000	96	Muito alta	Baixas
		CL	Argila inorgânica	2.000	96	Média	Impermeável
& Argilas <0,002 mm	LL<50 ****	OL	Argila siltosa orgânica		Muito baixa	Alta	Impermeável
		MH	Silte inorgânico elástico	2.000	96	Muito Alta	Baixas
		CH	Argila inorgânica plástica	2.000	96	Média	Impermeável
		OH	Argila orgânica e silte		Muito baixa	Média	Impermeável
Solos extremamente orgânicos	Pt	Turfa		Inadequada	Pequena	Baixas	

* Com base no Unified Soil Classification System da ASTM.
** Consulte um engenheiro geotécnico e o código de edificações quanto aos carregamentos admissíveis.
*** 1 lb/in² = 0,0479 kPa
**** LL = limite líquido: o conteúdo de água, expresso como um percentual do peso seco, no qual um solo passa do estado plástico para o líquido.

Fonte: (CHING, 2015)

4.2.4 Sistemas estruturais para edificação unifamiliar em terrenos acidentados

A escolha de um terreno deve ser baseada em diversos fatores. Além da topografia, tipologia da edificação, sistema construtivo a ser utilizado, tipo de solo, orientação solar, análise do entorno imediato, é necessário um estudo aprofundado de custos da obra a fim de se avaliar a viabilidade da construção.

Os terrenos acidentados são críticos por possuírem grandes desníveis, podendo eles estarem em aclave, declive ou mistos. Para solucionar esse problema existem algumas possibilidades. E uma delas é o aterramento, o que acarreta altos custos para a obra por exigir a construção de um muro de arrimo. Uma solução inteligente seria respeitar o desnível e buscar tirar o melhor partido do terreno, buscando soluções inovadoras para a construção da edificação, situação essa que, muitas das vezes, oferece a oportunidade de elaboração de projetos fantásticos.

“A estratégia mais inteligente é utilizar o menor número possível de apoios, pois o custo elevado é de cada fundação, e não do sistema estrutural como um todo. Por isso nós arquitetos preferimos modelos estruturais suspensos e com poucos blocos de apoio.” (TREVISAN, 2009)

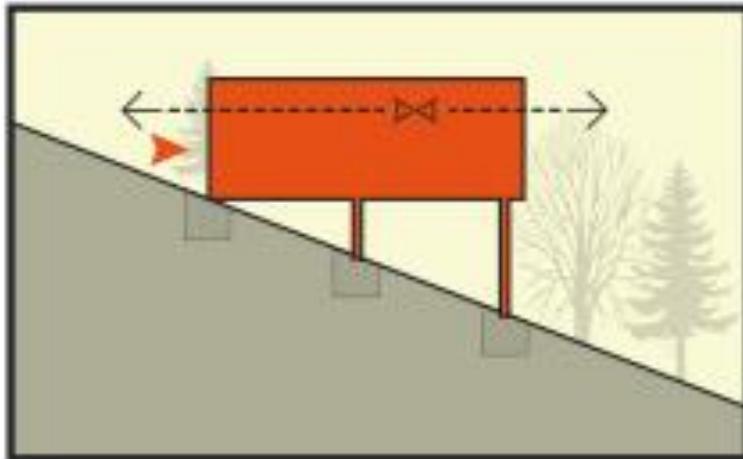
A análise do solo tem interferência direta na seleção do sistema construtivo, podendo levar à reforços de estrutura, drenagem adicional, impermeabilização e, conseqüente oneração de custos.

Não é possível definir o melhor sistema construtivo, mas escolher o sistema adequado para cada situação.

4.2.4.1 Edificação elevada do solo sobre pilotis

O pilotis é um sistema construtivo em que uma edificação é sustentada através de uma grelha de pilares em seu pavimento térreo (figura 8). Esse sistema gera pouco impacto sobre o terreno original, não é necessária uma grande quantidade de cortes e é possível grandes aberturas para ventilação e iluminação.

Figura 8 - Edificação elevada do solo sobre pilotis

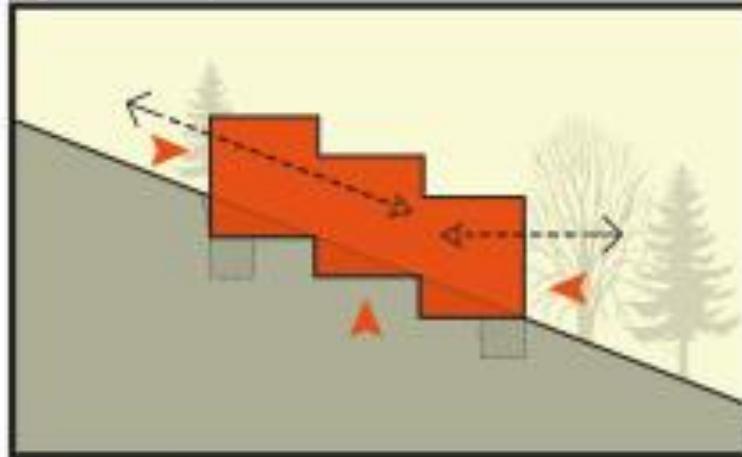


Fonte: (Alta Arquitetura, 2015)

4.2.4.2 Edificação em cascata

A sistema de construção em cascata (figura 9) é aquele onde a edificação acompanha a topografia natural do terreno e, justamente por esse motivo, a interferência no mesmo é mínima, gerando pouca movimentação de terra, poucos cortes e acesso facilitado a todos os pavimentos. Uma desvantagem desse método é com relação à circulação vertical, que exigirá grande número de escadas.

Figura 9 - Edificação em cascata

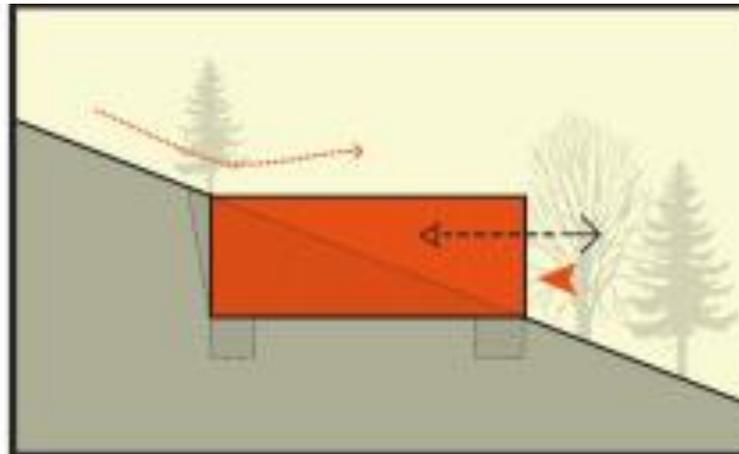


Fonte: (Alta Arquitetura, 2015)

4.2.4.3 Edificação implantada sobre platô escavado

Nesse método (figura 10), apesar do grande volume de corte exigido nesse método e de limitações como dificuldade de acesso e de aberturas para ventilação e iluminação, é possível considerar algumas vantagens como o isolamento térmico natural alcançado devido ao posicionamento da edificação rente à terra assim como o aproveitamento da área superior.

Figura 10 - Edificação implantada sobre platô escavado

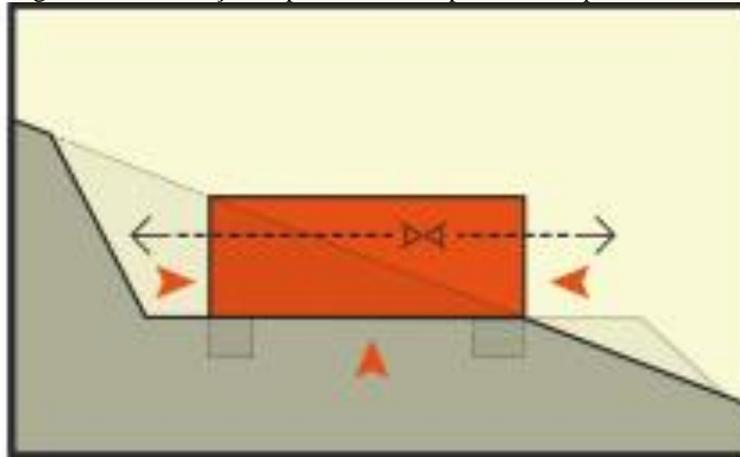


Fonte: (Alta Arquitetura, 2015)

4.2.4.4 Edificação implantada sobre platô criado por corte

Assim como no método citado acima, a edificação implantada sobre platô (figura 11) também causa um enorme impacto no terreno e exige grande volume de corte. Sem falar da necessidade de implantação de sistemas de contenção e drenagem de água. Possui a vantagem de se aproveitar o terreno para ampliação de área útil.

Figura 11 - Edificação implantada sobre platô criado por corte



Fonte: (Alta Arquitetura, 2015)

Uma solução bastante utilizada é a combinação de dois ou mais sistemas construtivos, de forma a respeitar a topografia natural do terreno evitando impactos na natureza, levando a menores custos de obra e, ao mesmo tempo, criando soluções de aproveitamento de espaços, considerando melhorias no conforto térmico, acústico e lumínico e facilitando os acessos.

4.3 Fundações

A fundação apresenta função de sustentação e ancoragem da superestrutura, conduzindo suas cargas à terra. É a divisão mais baixa da edificação, também conhecida por subestrutura e pode ser construída em parte ou totalmente abaixo do nível do solo.

O sistema de fundação projetado adequadamente deve ser construído de forma que caso aconteça um recalque, o mesmo seja mínimo e uniformemente distribuído.

Segundo BRITO, 1987, fundações bem projetadas correspondem de 3% a 10% do custo total do edifício; porém, se forem mal concebidas e mal projetadas, podem atingir 5 a 10 vezes o custo da fundação mais apropriada para o caso.

4.3.1 Fundações rasas para edificação unifamiliar

Quanto mais profunda a fundação, maior o custo da mesma para a obra. Portanto, em casos em que se é possível a utilização de fundações rasas, maior é a economia. O grande problema é que esse tipo de fundação somente deve ser empregado quando o solo é estável e possui capacidade de carregamento adequada.

Segundo YAZIGI, 2011, em fundações rasas as cargas são transmitidas ao terreno, em grande parte pela pressão distribuída sobre a base da fundação e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação.

Essa fundação é composta por sapatas, blocos, sapatas associadas, *radiers* e as vigas de fundação.

4.3.2 Amenização de impacto nos custos de fundação

O tipo do terreno tem influência direta nos custos com a fundação da obra e, quanto mais acidentado o terreno maior é esse valor. O que se pode fazer é buscar alternativas construtivas que venham facilitar o projeto e reduzir os custos com materiais.

O solo também tem grande importância, por ser decisivo para a definição da capacidade de suporte e conseqüentemente para a profundidade e tipo de fundação, além de trazer interferência na quantidade de sondagens a serem realizadas.

De acordo com Spetch, 2008, no Brasil, o custo envolvido com execução de sondagens de reconhecimento varia entre 0,2 a 0,5% do custo geral da obra.

Como o desperdício no setor é bastante significativo, por isso a utilização de profissionais capacitados de fato ajuda a manter os custos controlados.

O reaproveitamento do concreto também se torna solução eficaz, utilizando-o na fabricação de pré-moldados como de pisos intertravados, meio fio, vergas e contra vergas, entre outras.

4.4 Muros de Arrimo

Os muros de arrimo são responsáveis pela contenção de massas de solo, sendo capazes de suportar pressões laterais decorrentes de maciços de terra e de água. Oferecem apoio à superestrutura

Vários são os materiais utilizados para execução de muros de arrimo. Na construção civil o mais utilizado é o bloco de concreto, mas também se faz uso de madeira, aço, pedra e solos armados, envelopados, grampeados, ou ainda reforçado com geotêxtil, entre outros.

Os muros de arrimo podem ser divididos em duas modalidades dependendo da situação local. Em desníveis de 1,5 m a 5 m são utilizados muros de contenção por gravidade, formados por pedras, concreto, gabiões ou pneus. Já os muros de flexão são resistentes às forças, sendo mais esguios e de diversas formas, utilizando-se pedra seca, concreto armado, concreto ciclópico e solo-pneu.

4.4.1 Principais patologias observadas em muros de arrimo

Os muros de arrimo podem perder sua estabilidade em alguns casos, causando diversas patologias à sua estrutura. Como exemplo dessas patologias é possível citar situações em que ocorrem escavações no terreno junto a sua estrutura. Isso decorre em desconfinamento do solo e, conseqüente redução nos empuxos passivos atuantes na lateral da contenção, o que pode acarretar em deformações do mesmo e até colapso total da estrutura. Quando o solo do aterro está mal compactado, a porosidade excessiva pode levar à necessidade de posterior compactação, e essa pressão exercida somada às cargas já atuantes no muro podem ultrapassar as cargas permitidas levando a recalques da estrutura e até mesmo interferência em edificações vizinhas. Um fato que vem sendo negligenciado é a necessidade da junta de dilatação dos arrimos. É comum a utilização do muro vizinho como forma para construção do muro de arrimo, assim toda deformação sofrida pelo muro irá refletir no vizinho. O acúmulo de água ao longo do muro acarreta em saturação, fato esse que muitas vezes não é previsto em épocas em que a precipitação é maior. Daí a necessidade da elaboração de um bom projeto de drenagem como forma de evitar essa patologia.

4.4.2 Sistemas de drenagem

Um dos motivos mais frequentes de quedas de muros de arrimo é o acúmulo de água. A drenagem tem fundamental importância, pois quando há uma linha freática na divisa, o empuxo é ampliado consideravelmente. Dessa forma, o projeto de drenagem deve ser extremamente bem feito, calculando vazões excepcionais e probabilidade de entupimento das redes, além de materiais duráveis, evitando assim, manutenções a curto prazo.

Como forma de prevenção, é possível criar situações onde se reduza a infiltração e erosão provenientes das chuvas que incidem sobre os taludes. Isso pode ser feito através da plantação de vegetação ou impermeabilização com concreto nos mesmos

Há dois tipos de sistemas de drenagem: superficiais e subsuperficiais. Os sistemas de drenagem superficiais tem a função de captar e drenar as águas da superfície dos taludes. Como pode ser visto na figura 12, os materiais utilizados dependem das condições dos taludes, podendo-se utilizar canaletas transversais, canaletas longitudinais do tipo de escadas, caixas coletoras, etc.

Figura 12 – Drenagem superficial



(a) Canaleta transversal

(b) Canaleta longitudinal

(c) caixa de passagem

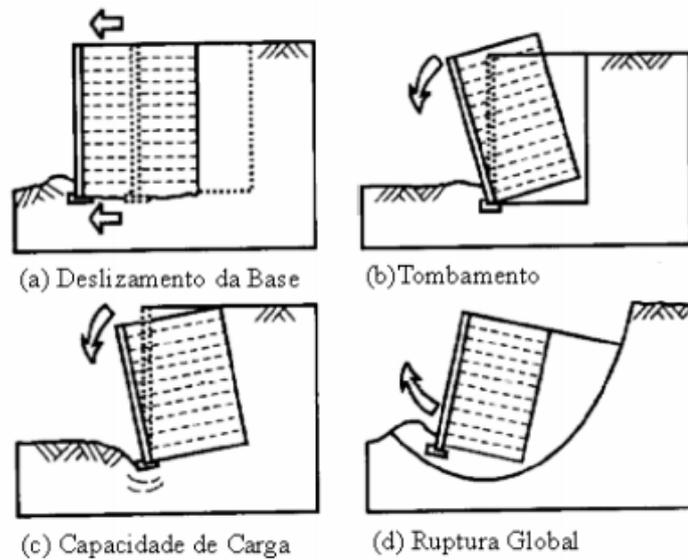
Fonte: (GeoRio, 2009)

Já os sistemas de drenagem subsuperficiais tem como função controlar as pressões de água e captar os fluxos no interior dos taludes, através de drenos horizontais, trincheiras drenantes longitudinais, drenos internos, filtros granulares, etc. Uma desvantagem do sistema

é a necessidade do rebaixamento piezométrico que diminui o gradiente hidráulico, reduzindo assim o fluxo de água.

Segundo Gerscovich, Denise, na verificação de um muro de arrimo, seja qual for a sua seção, devem ser investigadas as seguintes condições de estabilidade: tombamento, deslizamento da base, capacidade de carga da fundação e ruptura global, como indica a figura 13.

Figura 13 – Estabilidade dos muros de arrimo



Fonte: (GeoRio, 2009)

Um bom projeto para construção do muro de arrimo deve contar com o pré-dimensionamento adequado, definição dos esforços atuantes calculando-se o empuxo da terra e a verificação das condições de estabilidade, como: ruptura da fundação, tombamento e escorregamento.

4.4.3 Técnicas de amenização de impacto nos custos de fundação

O tipo do terreno tem influência direta nos custos com a fundação da obra e, quanto mais acidentado o terreno maior é esse valor. O que se pode fazer é buscar alternativas construtivas que venham facilitar o projeto e reduzir os custos com materiais.

O solo também tem grande importância, por ser decisivo para a definição da capacidade de suporte e conseqüentemente para a profundidade e tipo de fundação, além de trazer interferência na quantidade de sondagens a serem realizadas.

De acordo com Spetch, 2008, no Brasil, o custo envolvido com execução de sondagens de reconhecimento varia entre 0,2 a 0,5% do custo geral da obra.

Como o desperdício no setor é bastante significativo, por isso a utilização de profissionais capacitados de fato ajuda a manter os custos controlados.

O reaproveitamento do concreto também se torna solução eficaz, utilizando-o na fabricação de pré-moldados como de pisos intertravados, meio fio, vergas e contra vergas, entre outras.

4.5 Análise De Impacto Causado Pela Obra No Entorno Imediato

São inúmeros os impactos causados por uma obra ao seu entorno, principalmente daquelas que demoram meses ou até anos para serem concluídas, a começar pelo barulho quase impossível de ser evitado, já que a mecanização dos serviços está cada vez mais frequente. A sujeira gerada por demolição e resíduos de materiais de construção também são problemas que atingem a comunidade.

Devido aos muitos processos enfrentados pelas construtoras, especialistas vem estudando medidas para redução de tais impactos e concluem que é possível se evitar esses desgastes. Uma maneira simples seria o relacionamento preventivo, através da demonstração de cuidado com o bem-estar dos vizinhos. E isso deve preceder o início da obra. Também são válidas as visitas no decorrer da construção, a criação de um canal direto de comunicação entre as partes, seja através de telefone, site, e-mail, planejamento do horário de execução das atividades, controle do trânsito de veículos e caminhões sem que prejudiquem o fluxo local ou até mesmo a substituição de métodos construtivos.

Mas nada disso é válido se não houver retorno e um plano de ação para minimizar os problemas, pois caso contrário, o efeito pode ser contrário, causando incredibilidade à empresa. No caso de empresas de menor porte ou mesmo de obras particulares, seria viável que ao menos um funcionário pudesse se responsabilizar pela centralização das informações.

Além desses incômodos provenientes das obras, um fator complicado que pode acontecer são danos estruturais em edificações vizinhas. Isso ocorre com frequência em grandes obras, portanto, o indicado é que se faça visitas anteriores ao início da obra para

avaliação das condições físicas do entorno. Essa situação pode evitar problemas e reclamações futuras.

A questão da sustentabilidade vem sendo cada vez mais estudada e está ligada à capacidade de uma sociedade ser capaz de realizar suas atividades necessárias sem prejudicar o meio ambiente. É fato que, principalmente no setor da construção civil, são inúmeros os recursos naturais utilizados por isso, os mesmos devem ser utilizados de forma consciente para que não cause escassez no futuro.

5 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido através de estudo de revisão bibliográfica realizando vasta pesquisa em artigos, manuais e livros técnicos da área. Os dados coletados passaram por uma análise crítica a fim de selecionar os conteúdos viáveis.

Serão realizados três projetos arquitetônicos e estruturais, através de Auto Cad e Cypacad, respectivamente, de residência unifamiliar para fins de comparativos de custos em terrenos de 220m² localizados na cidade de Varginha-MG, no Bairro Residencial Portinari, Rua 5, Quadra G, sendo o lote 6, um terreno acidentado com 2 metros de desnível e o lote 14, um terreno plano, como apresentado nas figuras 14, 15 e 16. O lote 6 apresenta valor comercial de R\$ 72.000,00 e o lote 14, R\$ 85.000,00.

Concluídos os projetos, serão formuladas as planilhas orçamentárias dos custos através do Microsoft Excel.

Figura 14 – Vista frontal do lote 6



Fonte: acervo pessoal

Figura 15 – Vista posterior do lote 6



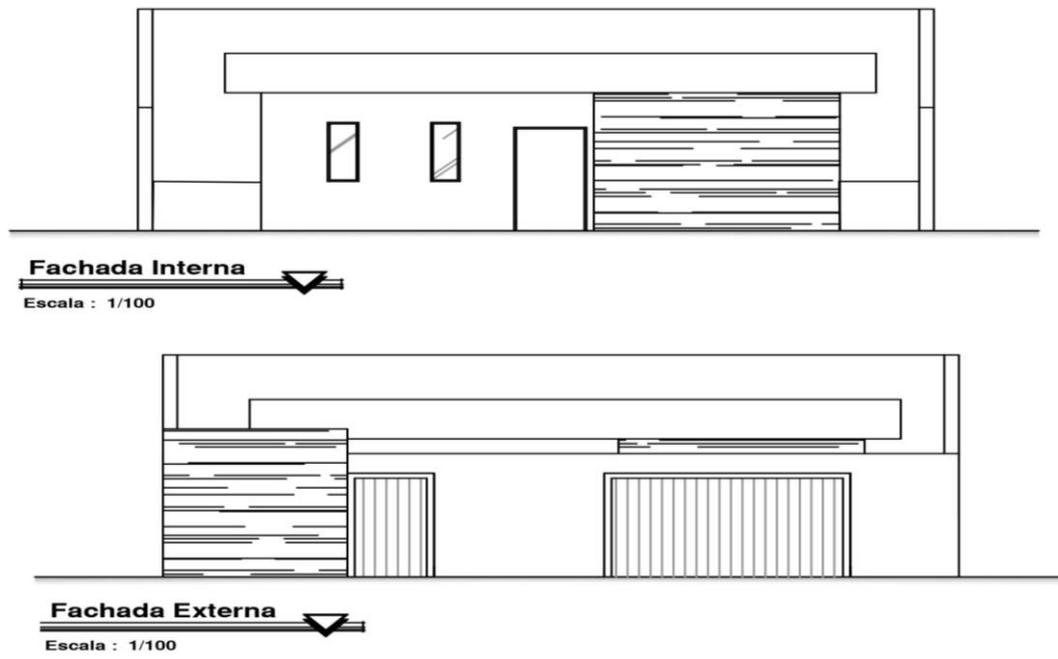
Fonte: acervo pessoal

Figura 16 – Vista frontal do lote 14



Fonte: acervo pessoal

Figura 18 – Fachada interna - Projeto 1



Fonte: Acervo pessoal

Figura 19: Imagem renderizada de edificação em terreno acidentado com desaterro total



Fonte: acervo pessoal

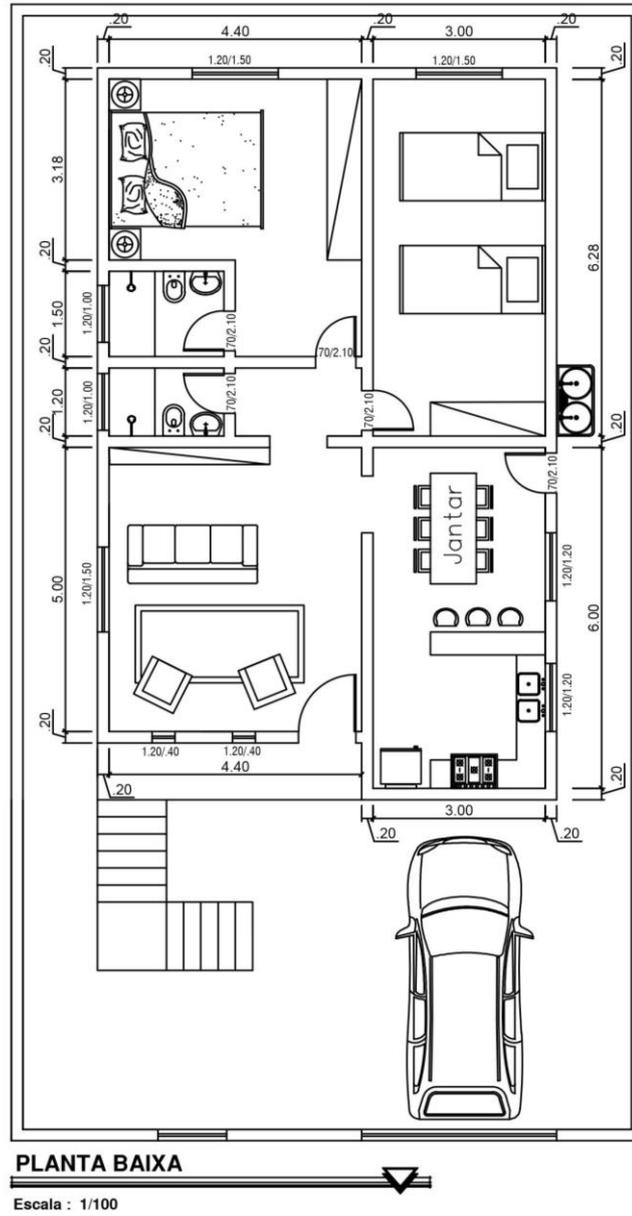
Figura 20: Imagem renderizada de edificação em terreno acidentado com desaterro total



Fonte: acervo pessoal

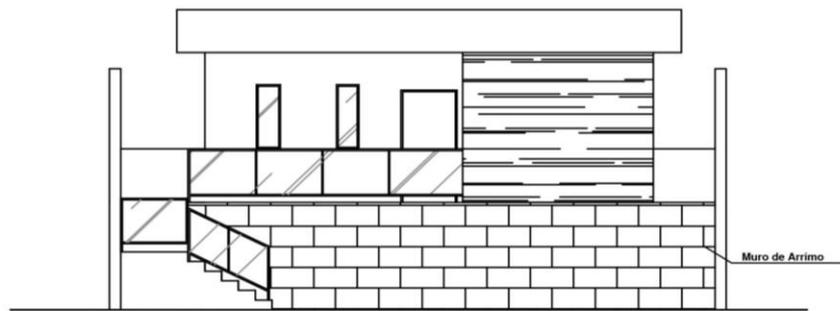
5.2 Projeto 2: Corte parcial do terreno acidentado

Figura 21 – Planta baixa - Projeto 2

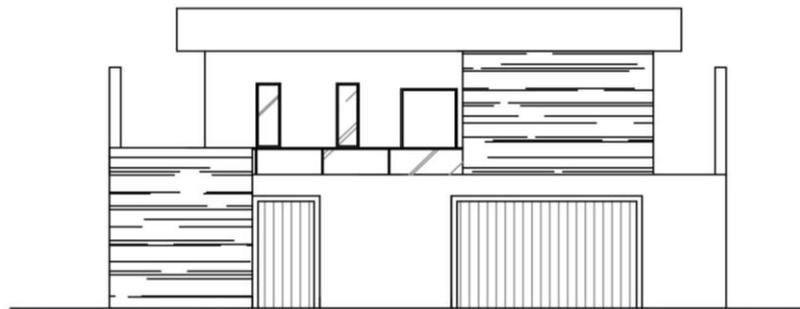


Fonte: Acervo pessoal

Figura 22 – Fachada interna - Projeto 2



Fachada Interna ▼
Escala : 1/100



Fachada Externa ▼
Escala : 1/100

Fonte: Acervo pessoal

Figura 23: Imagem renderizada de edificação em terreno acidentado com desaterro parcial



Fonte: acervo pessoal

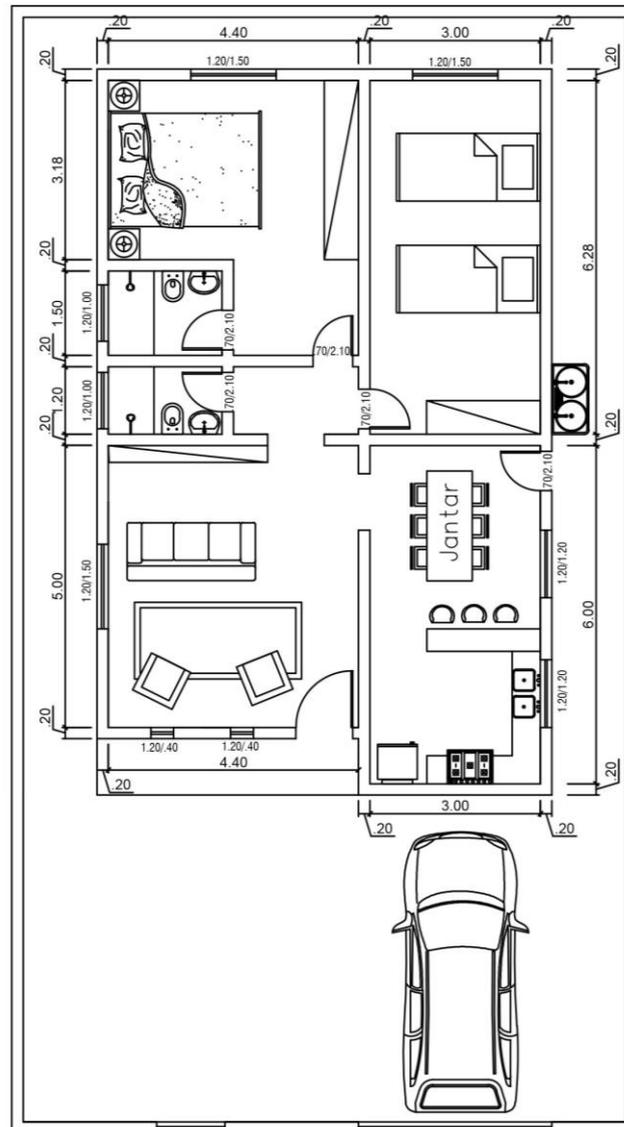
Figura 24: Imagem renderizada de edificação em terreno acidentado com desaterro parcial



Fonte: acervo pessoal

5.3 Projeto 3: terreno plano

Figura 25 – Planta baixa – projeto 3

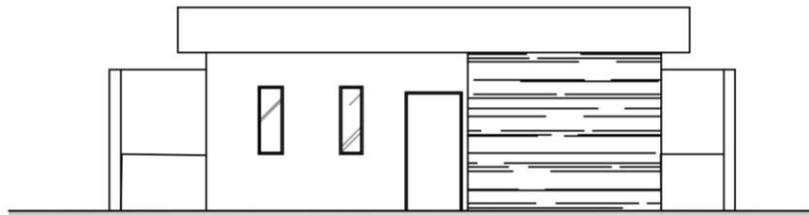


PLANTA BAIXA

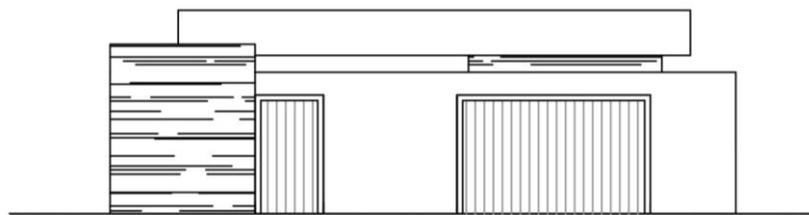
Escala : 1/100

Fonte: Acervo pessoal

Figura 26 – Fachada interna – projeto 3



Fachada Interna ▼
Escala : 1/100



Fachada Externa ▼
Escala : 1/100

Fonte: Acervo pessoal

Figura 27: Imagem renderizada de edificação em terreno plano



Fonte: acervo pessoal

Figura 28: Imagem renderizada de edificação em terreno plano



Fonte: acervo pessoal

6 RESULTADOS

6.1 Planilha de Custos - Projeto 1

Quadro 2 – EAP Projeto 1

PLANILHA DE SERVIÇOS (PROJETO 1)

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT	PR. UNIT.	PR. TOTAL
1	SERVIÇOS PRELIMINARES				11.020,05
1.1	Compra de ferramenta	Vb	1,00	R\$ 865,60	R\$ 865,60
1.2	Aluguel de equipamento	Vb	1,00	R\$ 1.020,00	R\$ 1.020,00
1.3	Instalação de canteiro de obras	vb	1,00	R\$ 1.875,71	R\$ 1.875,71
1.4	Administração local (engenheiro civil, encarregado de obras)	mes	6,00	R\$ 800,00	R\$ 4.800,00
1.5	Ligação provisória de água	unid	1,00	R\$ 587,66	R\$ 587,66
1.6	Ligação provisória de energia elétrica	unid	1,00	R\$ 1.317,86	R\$ 1.317,86
1.7	Locação da obra	m	41,76	R\$ 11,51	R\$ 480,61
1.8	Limpeza inicial de terreno para implantação da obra	m ²	220,00	R\$ 0,33	R\$ 72,60
2	MOVIMENTO DE TERRA				R\$ 8.570,99
2.1	Escavação mecanizada com corte de material de 1ª categoria com bota fora	m ³	492,00	R\$ 16,93	R\$ 8.329,80
2.2	Aterro compactado com material de escavação local	m ³	51,00	R\$ 4,73	R\$ 241,20
3	FUNDAÇÃO CASA				R\$ 5.360,17
3.1	Acerto manual de terreno e piquetamento	m ³	98,00	R\$ 3,01	R\$ 295,16
3.2	Formas e colocação de formas nos pilares	m ²	38,72	R\$ 9,23	R\$ 357,27
3.3	Armação Aço CA60	Kg	166,24	R\$ 18,51	R\$ 3.077,10
3.4	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem de sapatas	m ³	4,08	R\$ 399,67	R\$ 1.630,64
4	PILARES				R\$ 3.458,38
4.1	Aço CA50	kg	152,00	R\$ 18,51	R\$ 2.813,52
4.2	Formas e colocação de formas nos pilares	m ²	23,10	R\$ 9,23	R\$ 213,21
4.3	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem	m ³	1,08	R\$ 399,67	R\$ 431,64
5	VIGAS				R\$ 14.837,60
5.1	Aço CA50	kg	623,00	R\$ 18,51	R\$ 11.531,73
5.2	Formas e colocação de formas nas vigas	m ²	42,50	R\$ 9,23	R\$ 392,28
5.3	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem	m ³	7,29	R\$ 399,67	R\$ 2.913,59
6	ALVENARIA				R\$ 14.340,65
6.1	Alvenaria de bloco concreto 14x19x19cm, com argamassa 1:2:9 - esp.9cm respaldo	m ²	230,27	R\$ 51,76	R\$ 11.918,15
6.2	Alvenaria de tijolo furado 10x20x20cm, com argamassa 1:2:9 - esp.9cm empena	m ²	36,60	R\$ 56,18	R\$ 2.056,19
6.3	Vergas e contra vergas pré -moldada	m	32,00	R\$ 11,45	R\$ 366,31
7	MUROS DE ARRIMO				R\$ 24.600,40
7.1	Alvenaria de bloco concreto 14x19x19cm, com argamassa 1:2:9 - esp.9cm respaldo	m ²	124,00	R\$ 51,76	R\$ 6.418,24

7.2	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem pilares, brocas e vigas	m ³	10,56	R\$ 399,67	R\$ 4.220,52
7.3	Formas	m ²	84,92	R\$ 9,23	R\$ 783,81
7.4	Aço CA 60	kg	664,84	R\$ 21,00	R\$ 13.961,64
7.5	Impermeabilização	m ²	51,00		
8	MUROS DE FECHAMENTO				R\$ 11.923,95
8.1	Alvenaria de bloco concreto 14x19x19cm, com argamassa 1:2:9 - esp.9cm respaldo	m ²	155,00	R\$ 51,76	R\$ 8.022,80
8.2	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem pilares, brocas e vigas	m ³	1,75	R\$ 399,67	R\$ 699,42
8.3	Formas e colocação de formas	m ²	31,25	R\$ 9,23	R\$ 288,44
8.4	Aço CA 60	kg	157,39	R\$ 18,51	R\$ 2.913,29
9	Impermeabilização				R\$ 703,44
9.1	Impermeabilização de 60 cm do barrado da alvenaria com impermeabilizante	m ²	50,11	R\$ 14,04	R\$ 703,44
10	Laje				R\$ 13.505,28
10.1	Montagem dos escoramento metaicos da laje	m ²	123,68	R\$ 7,23	R\$ 893,62
10.2	Montagem da forma com maderit plastificado 14 mm para laje	m ²	123,68	R\$ 43,89	R\$ 5.428,80
10.3	Armação em tela soldada para laje CA 60	m ²	141,50	R\$ 8,85	R\$ 1.251,81
10.4	Lançamento do concreto de 20 MPA p/ concretagem da laje	m ³	14,84	R\$ 399,67	R\$ 5.931,06
10	Cobertura				R\$ 12.487,20
10.1	Engradamento de madeira para telhas cerâmicas	m ²	121,39	R\$ 79,38	R\$ 9.635,96
10.2	Emboçamento	m	27,76	R\$ 22,51	R\$ 624,95
10.3	Cobertura com telhas cerâmicas	m ²	121,39	R\$ 18,34	R\$ 2.226,29
11	Revestimento interno				R\$ 7.751,51
11.1	Chapisco Rolado rolado com cola traço 1:2 1 litro de cola	m ²	230,27	R\$ 13,54	R\$ 3.118,00
11.2	Reboco interno com argamassa 1:2:9	m ²	230,27	R\$ 20,12	R\$ 4.633,51
12	Revestimento Externo				R\$ 12.252,89
12.1	Chapisco exteno rolado com cola 1:2 1 litro de cola	m ²	363,99	R\$ 13,54	R\$ 4.928,65
12.2	Reboco externo com argamassa 1:2:9	m ²	363,99	R\$ 20,12	R\$ 7.324,24
13	Pisos				R\$ 6.738,73
13.1	Regularização para base de revestimento com argamassa - traço 1:4	m ³	4,07	R\$ 61,96	R\$ 252,16
13.2	Piso cerâmico assentado com argamassa colante	m ²	81,54	R\$ 33,74	R\$ 2.751,05
13.3	Cerâmica de parede interna asentada com argamassa colante	m ²	87,92	R\$ 32,11	R\$ 2.823,22
13.4	Ceramica de parede externa assentada com argamassa colante	m ²	5,00	R\$ 32,11	R\$ 160,56
13.5	Rejuntamento de piso cerâmico junta esp - 5mm	m ²	174,46	R\$ 4,31	R\$ 751,75
14	Instalações Hidraulicas				R\$ 2.040,39
14.1	Intalação da caixa d'agua de 500 litros de poietileno	Unid	1,00	R\$ 192,71	R\$ 192,71
14.2	Intalações de tubo 20 mm, conexões água e registros	m	22,00	R\$ 11,69	R\$ 257,28
14.3	Intalações de tubo 32 mm, conexões água e registros	m	6,00	R\$ 13,24	R\$ 79,47
14.4	Intalações de tubo 40 mm e conexões esgoto	m	8,00	R\$ 9,69	R\$ 77,56
14.5	intalações de tubo 50 mm e conexões esgoto	m	4,50	R\$ 14,19	R\$ 63,87

14.6	Instalações de tubo 100 mm e conexões esgoto	m	12,00	R\$ 20,69	R\$ 248,33
14.7	Instalação de aquecedor solar boiler de 200 litros	Unid	1,00	R\$ 1.121,18	R\$ 1.121,18
15	Louças e Metais				R\$ 2.087,11
15.1	Conj de louça	Unid	2,00	R\$ 685,54	R\$ 1.371,08
15.2	Pia de mármore sintético	Unid	1,00	R\$ 390,02	R\$ 390,02
15.3	Tanque de mármore sintético	Unid	1,00	R\$ 326,02	R\$ 326,02
16	Esquadrias Metálicas				R\$ 2.569,74
16.1	Janelas metálicas 1,20 x 1,50 - Venaziana	Unid	3,00	R\$ 372,98	R\$ 1.118,94
16.2	Janelas metálicas 1,20 x 1,20 - Vidro	Unid	2,00	R\$ 242,98	R\$ 485,96
16.3	Janelas metálicas 0,40 x 1,20 - Vidro	Unid	1,00	R\$ 222,98	R\$ 222,98
16.4	Basculante 0,60 x 1,00	Unid	2,00	R\$ 172,98	R\$ 345,96
16.5	Porta veneziana e vidro 0,70 x 2,10m	Unid	1,00	R\$ 395,90	R\$ 395,90
16.6	Porta veneziana e vidro 1,00 x 2,10m	Unid	1,00	R\$ 510,00	R\$ 510,00
16.7	Portão metálico 2,5 x 3,40	Unid	1,00	R\$ 1.399,27	R\$ 1.399,27
17	Esquadrias de Madeira				R\$ 1.223,62
17.1	Porta interna 0,70 x 2,10m montada com batente de aço	Unid	4,00	R\$ 305,90	R\$ 1.223,62
18	Pintura				R\$ 8.823,03
18.1	Pintura interna acrílica inclusive selador	m ²	230,27	R\$ 14,05	R\$ 3.234,89
18.2	Pintura externa acrílica inclusive selador	m ²	363,99	R\$ 14,05	R\$ 5.113,42
18.3	Pintura de esquadrias metálicas	m ²	11,20	R\$ 42,39	R\$ 474,72
19	Vidros				R\$ 358,63
19.1	Fornecimento e colocação de vidro fantasia 4 mm	m ²	8,20	R\$ 43,74	R\$ 358,63
20	Limpeza				R\$ 170,83
20.1	Limpeza geral da edificação	Casa	1,00	R\$ 170,83	R\$ 170,83
TOTAL GERAL					R\$ 164.824,59

Fonte: Acervo pessoal

Data base dos preços: 20/11/2016

6.2 Planilha de Custos - Projeto 2

Quadro 3 – EAP Projeto 2

PLANILHA DE SERVIÇOS (PROJETO 2)

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT	PR. UNIT.	PR. TOTAL
1	SERVIÇOS PRELIMINARES				11.020,05
1.1	Compra de ferramenta	Vb	1,00	R\$ 865,60	R\$ 865,60
1.2	Aluguel de equipamento	Vb	1,00	R\$ 1.020,00	R\$ 1.020,00
1.3	Instalação de canteiro de obras	vb	1,00	R\$ 1.875,71	R\$ 1.875,71
1.4	Administração local (engenheiro civil, encarregado de obras)	mes	6,00	R\$ 800,00	R\$ 4.800,00
1.5	Ligação provisória de água	unid	1,00	R\$ 587,66	R\$ 587,66
1.6	Ligação provisória de energia elétrica	unid	1,00	R\$ 1.317,86	R\$ 1.317,86
1.7	Locação da obra	m	41,76	R\$ 11,51	R\$ 480,61
1.8	Limpeza inicial de terreno para implantação da obra	m ²	220,00	R\$ 0,33	R\$ 72,60
2	MOVIMENTO DE TERRA				R\$ 4.202,93
2.1	Escavação mecanizada com corte de material de 1ª categoria com boca fora	m ³	234,00	R\$ 16,93	R\$ 3.961,73
2.2	Aterro compactado com material de escavação local	m ³	51,00	R\$ 4,73	R\$ 241,20
3	FUNDAÇÃO CASA				R\$ 5.360,17
3.1	Acerto manual de terreno e piquetamento	m ³	98,00	R\$ 3,01	R\$ 295,16
3.2	Formas e colocação de formas nos pilares	m ²	38,72	R\$ 9,23	R\$ 357,27
3.3	Armação Aço CA60	Kg	166,24	R\$ 18,51	R\$ 3.077,10
3.4	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem de sapatas	m ³	4,08	R\$ 399,67	R\$ 1.630,64
4	PILARES				R\$ 3.458,38
4.1	Aço CA50	kg	152,00	R\$ 18,51	R\$ 2.813,52
4.2	Formas e colocação de formas nos pilares	m ²	23,10	R\$ 9,23	R\$ 213,21
4.3	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem	m ³	1,08	R\$ 399,67	R\$ 431,64
5	VIGAS				R\$ 14.837,60
5.1	Aço CA50	kg	623,00	R\$ 18,51	R\$ 11.531,73
5.2	Formas e colocação de formas nas vigas	m ²	42,50	R\$ 9,23	R\$ 392,28
5.3	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem	m ³	7,29	R\$ 399,67	R\$ 2.913,59
6	ALVENARIA				R\$ 14.340,65
6.1	Alvenaria de bloco concreto 14x19x19cm, com argamassa 1:2:9 - esp.9cm respaldo	m ²	230,27	R\$ 51,76	R\$ 11.918,15
6.2	Alvenaria de tijolo furado 10x20x20cm, com argamassa 1:2:9 - esp.9cm empena	m ²	36,60	R\$ 56,18	R\$ 2.056,19
6.3	Vergas e contra vergas pré -moldada	m	32,00	R\$ 11,45	R\$ 366,31
7	MUROS DE ARRIMO				R\$ 7.709,21
7.1	Alvenaria de bloco concreto 14x19x19cm, com argamassa 1:2:9 - esp.9cm respaldo	m ²	21,20	R\$ 51,76	R\$ 1.097,31
7.2	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem pilares, brocas e vigas	m ³	3,84	R\$ 399,67	R\$ 1.534,73

7.3	Formas	m ²	30,89	R\$ 9,23	R\$ 285,11
7.4	Aço CA 60	kg	241,77	R\$ 21,00	R\$ 5.077,17
7.5	Impermeabilização	m ²	51,00		
8	MUROS DE FECHAMENTO				R\$ 11.923,95
8.1	Alvenaria de bloco concreto 14x19x19cm, com argamassa 1:2:9 - esp.9cm respaldo	m ²	155,00	R\$ 51,76	R\$ 8.022,80
8.2	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem pilares, brocas e vigas	m ³	1,75	R\$ 399,67	R\$ 699,42
8.3	Formas e colocação de formas	m ²	31,25	R\$ 9,23	R\$ 288,44
8.4	Aço CA 60	kg	157,39	R\$ 18,51	R\$ 2.913,29
9	Escada				R\$ 2.370,89
9.1	Montagem dos escoramento da laje	m ²	5,40	R\$ 7,23	R\$ 39,04
9.2	Montagem da forma	m ²	5,40	R\$ 43,89	R\$ 237,01
9.3	Armação Aço	kg	79,20	R\$ 21,00	R\$ 1.663,20
9.4	Lançamento do concreto de 20 MPA p/ concretagem da escada	m ³	1,08	R\$ 399,67	R\$ 431,64
10	Impermeabilização				R\$ 703,44
10.1	Impermeabilização de 60 cm do barrado da alvenaria com impermeabilizante	m ²	50,11	R\$ 14,04	R\$ 703,44
11	Laje				R\$ 13.505,28
11.1	Montagem dos escoramento metaicos da laje	m ²	123,68	R\$ 7,23	R\$ 893,62
11.2	Montagem da forma com maderit plastificado 14 mm para laje	m ²	123,68	R\$ 43,89	R\$ 5.428,80
11.3	Armação em tela soldada para laje CA 60	m ²	141,50	R\$ 8,85	R\$ 1.251,81
11.4	Lançamento do concreto de 20 MPA p/ concretagem da laje	m ³	14,84	R\$ 399,67	R\$ 5.931,06
12	Cobertura				R\$ 12.487,20
12.1	Engradamento de madeira para telhas cerâmicas	m ²	121,39	R\$ 79,38	R\$ 9.635,96
12.2	Emboçamento	m	27,76	R\$ 22,51	R\$ 624,95
12.3	Cobertura com telhas cerâmicas	m ²	121,39	R\$ 18,34	R\$ 2.226,29
13	Revestimento interno				R\$ 7.751,51
13.1	Chapisco Rolado rolado com cola traço 1:2 1 litro de cola	m ²	230,27	R\$ 13,54	R\$ 3.118,00
13.2	Reboco interno com argamassa 1:2:9	m ²	230,27	R\$ 20,12	R\$ 4.633,51
14	Revestimento Externo				R\$ 12.252,89
14.1	Chapisco exteno rolado com cola 1:2 1 litro de cola	m ²	363,99	R\$ 13,54	R\$ 4.928,65
14.2	Reboco externo com argamassa 1:2:9	m ²	363,99	R\$ 20,12	R\$ 7.324,24
15	Pisos				R\$ 6.738,73
15.1	Regularização para base de revestimento com argamassa - traço 1:4	m ³	4,07	R\$ 61,96	R\$ 252,16
15.2	Piso cerâmico assentado com argamassa colante	m ²	81,54	R\$ 33,74	R\$ 2.751,05
15.3	Cerâmica de parede interna asentada com argamassa colante	m ²	87,92	R\$ 32,11	R\$ 2.823,22
15.4	Ceramica de parede externa assentada com argamassa colante	m ²	5,00	R\$ 32,11	R\$ 160,56
15.5	Rejuntamento de piso cerâmico junta esp - 5mm	m ²	174,46	R\$ 4,31	R\$ 751,75
16	Instalações Hidraulicas				R\$ 2.040,39
16.1	Intalação da caixa d'agua de 500 litros de poietileno	Unid	1,00	R\$ 192,71	R\$ 192,71
16.2	Intalações de tubo 20 mm, conexões água	m	22,00	R\$ 11,69	R\$ 257,28

	e registros				
16.3	Instalações de tubo 32 mm, conexões água e registros	m	6,00	R\$ 13,24	R\$ 79,47
16.4	Instalações de tubo 40 mm e conexões esgoto	m	8,00	R\$ 9,69	R\$ 77,56
16.5	instalações de tubo 50 mm e conexões esgoto	m	4,50	R\$ 14,19	R\$ 63,87
16.6	Instalações de tubo 100 mm e conexões esgoto	m	12,00	R\$ 20,69	R\$ 248,33
16.7	Instalação de aquecedor solar boiler de 200 litros	Unid	1,00	R\$ 1.121,18	R\$ 1.121,18
17	Louças e Metais				R\$ 2.087,11
17.1	Conj de louça	Unid	2,00	R\$ 685,54	R\$ 1.371,08
17.2	Pia de mármore sintético	Unid	1,00	R\$ 390,02	R\$ 390,02
17.3	Tanque de mármore sintético	Unid	1,00	R\$ 326,02	R\$ 326,02
18	Esquadrias Metálicas				R\$ 2.569,74
18.1	Janelas metálicas 1,20 x 1,50 - Veneziana	Unid	3,00	R\$ 372,98	R\$ 1.118,94
18.2	Janelas metálicas 1,20 x 1,20 - Vidro	Unid	2,00	R\$ 242,98	R\$ 485,96
18.3	Janelas metálicas 0,40 x 1,20 - Vidro	Unid	1,00	R\$ 222,98	R\$ 222,98
18.4	Basculante 0,60 x 1,00	Unid	2,00	R\$ 172,98	R\$ 345,96
18.5	Porta veneziana e vidro 0,70 x 2,10m	Unid	1,00	R\$ 395,90	R\$ 395,90
18.6	Porta veneziana e vidro 1,00 x 2,10m	Unid	1,00	R\$ 510,00	R\$ 510,00
18.7	Portão metálico 2,5 x 3,40	Unid	1,00	R\$ 1.399,27	R\$ 1.399,27
19	Esquadrias de Madeira				R\$ 1.223,62
19.1	Porta interna 0,70 x 2,10m montada com batente de aço	Unid	4,00	R\$ 305,90	R\$ 1.223,62
20	Pintura				R\$ 8.823,03
20.1	Pintura interna acrílica inclusive selador	m ²	230,27	R\$ 14,05	R\$ 3.234,89
20.2	Pintura externa acrílica inclusive selador	m ²	363,99	R\$ 14,05	R\$ 5.113,42
20.3	Pintura de esquadrias metálicas	m ²	11,20	R\$ 42,39	R\$ 474,72
21	Vidros				R\$ 358,63
21.1	Fornecimento e colocação de vidro fantasia 4 mm	m ²	8,20	R\$ 43,74	R\$ 358,63
22	Limpeza				R\$ 170,83
22.1	Limpeza geral da edificação	Casa	1,00	R\$ 170,83	R\$ 170,83
TOTAL GERAL					R\$ 145.936,24

Fonte: Acervo pessoal

Data base dos preços: 20/11/2016

6.3 Planilha de Custos – Projeto 3

Quadro 4 – EAP Projeto 3

PLANILHA DE SERVIÇOS (PROJETO 3)

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT	PR. UNIT.	PR. TOTAL
1	SERVIÇOS PRELIMINARES				11.020,05
1.1	Compra de ferramenta	Vb	1,00	R\$ 865,60	R\$ 865,60
1.2	Aluguel de equipamento	Vb	1,00	R\$ 1.020,00	R\$ 1.020,00
1.3	Instalação de canteiro de obras	vb	1,00	R\$ 1.875,71	R\$ 1.875,71
1.4	Administração local (engenheiro civil, encarregado de obras)	mes	6,00	R\$ 800,00	R\$ 4.800,00
1.5	Ligação provisória de água	unid	1,00	R\$ 587,66	R\$ 587,66
1.6	Ligação provisória de energia elétrica	unid	1,00	R\$ 1.317,86	R\$ 1.317,86
1.7	Locação da obra	m	41,76	R\$ 11,51	R\$ 480,61
1.8	Limpeza inicial de terreno para implantação da obra	m²	220,00	R\$ 0,33	R\$ 72,60
2	FUNDAÇÃO CASA				R\$ 5.360,17
2.1	Acerto manual de terreno e piquetamento	m³	98,00	R\$ 3,01	R\$ 295,16
2.2	Formas e colocação de formas nos pilares	m²	38,72	R\$ 9,23	R\$ 357,27
2.3	Armação Aço CA60	Kg	166,24	R\$ 18,51	R\$ 3.077,10
2.4	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem de sapatas	m³	4,08	R\$ 399,67	R\$ 1.630,64
3	PILARES				R\$ 3.458,38
3.1	Aço CA50	kg	152,00	R\$ 18,51	R\$ 2.813,52
3.2	Formas e colocação de formas nos pilares	m²	23,10	R\$ 9,23	R\$ 213,21
3.3	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem	m³	1,08	R\$ 399,67	R\$ 431,64
4	VIGAS				R\$ 14.837,60
4.1	Aço CA50	kg	623,00	R\$ 18,51	R\$ 11.531,73
4.2	Formas e colocação de formas nas vigas	m²	42,50	R\$ 9,23	R\$ 392,28
5.3	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem	m³	7,29	R\$ 399,67	R\$ 2.913,59
5	ALVENARIA				R\$ 14.340,65
5.1	Alvenaria de bloco concreto 14x19x19cm, com argamassa 1:2:9 - esp.9cm respaldo	m²	230,27	R\$ 51,76	R\$ 11.918,15
5.2	Alvenaria de tijolo furado 10x20x20cm, com argamassa 1:2:9 - esp.9cm empena	m²	36,60	R\$ 56,18	R\$ 2.056,19
5.3	Vergas e contra vergas pré -moldada	m	32,00	R\$ 11,45	R\$ 366,31
6	MUROS DE FECHAMENTO				R\$ 11.923,95
6.1	Alvenaria de bloco concreto 14x19x19cm, com argamassa 1:2:9 - esp.9cm respaldo	m²	155,00	R\$ 51,76	R\$ 8.022,80
6.2	Lançamento do concreto 20 MPA usinado p/ concretagem pilares, brocas e vigas	m³	1,75	R\$ 399,67	R\$ 699,42
6.3	Formas e colocação de formas	m²	31,25	R\$ 9,23	R\$ 288,44
6.4	Aço CA 60	kg	157,39	R\$ 18,51	R\$ 2.913,29

7	Impermeabilização				R\$ 703,44
7.1	Impermeabilização de 60 cm do barrado da alvenaria com impermeabilizante	m ²	50,11	R\$ 14,04	R\$ 703,44
8	Laje				R\$ 13.505,28
8.1	Montagem dos escoramento metálicos da laje	m ²	123,68	R\$ 7,23	R\$ 893,62
8.2	Montagem da forma com maderit plastificado 14 mm para laje	m ²	123,68	R\$ 43,89	R\$ 5.428,80
8.3	Armação em tela soldada para laje CA 60	m ²	141,50	R\$ 8,85	R\$ 1.251,81
8.4	Lançamento do concreto de 20 MPA p/ concretagem da laje	m ³	14,84	R\$ 399,67	R\$ 5.931,06
9	Cobertura				R\$ 12.487,20
9.1	Engradamento de madeira para telhas cerâmicas	m ²	121,39	R\$ 79,38	R\$ 9.635,96
9.2	Emboçamento	m	27,76	R\$ 22,51	R\$ 624,95
9.3	Cobertura com telhas cerâmicas	m ²	121,39	R\$ 18,34	R\$ 2.226,29
10	Revestimento interno				R\$ 7.751,51
10.1	Chapisco Rolado rolado com cola traço 1:2 1 litro de cola	m ²	230,27	R\$ 13,54	R\$ 3.118,00
10.2	Reboco interno com argamassa 1:2:9	m ²	230,27	R\$ 20,12	R\$ 4.633,51
11	Revestimento Externo				R\$ 12.252,89
11.1	Chapisco exteno rolado com cola 1:2 1 litro de cola	m ²	363,99	R\$ 13,54	R\$ 4.928,65
11.2	Reboco externo com argamassa 1:2:9	m ²	363,99	R\$ 20,12	R\$ 7.324,24
12	Pisos				R\$ 6.738,73
12.1	Regularização para base de revestimento com argamassa - traço 1:4	m ³	4,07	R\$ 61,96	R\$ 252,16
12.2	Piso cerâmico assentado com argamassa colante	m ²	81,54	R\$ 33,74	R\$ 2.751,05
12.3	Cerâmica de parede interna asentada com argamassa colante	m ²	87,92	R\$ 32,11	R\$ 2.823,22
12.4	Cerâmica de parede externa assentada com argamassa colante	m ²	5,00	R\$ 32,11	R\$ 160,56
12.5	Rejuntamento de piso cerâmico junta esp - 5mm	m ²	174,46	R\$ 4,31	R\$ 751,75
13	Instalações Hidráulicas				R\$ 2.040,39
13.1	Instalação da caixa d'água de 500 litros de polietileno	Unid	1,00	R\$ 192,71	R\$ 192,71
13.2	Instalações de tubo 20 mm, conexões água e registros	m	22,00	R\$ 11,69	R\$ 257,28
13.3	Instalações de tubo 32 mm, conexões água e registros	m	6,00	R\$ 13,24	R\$ 79,47
13.4	Instalações de tubo 40 mm e conexões esgoto	m	8,00	R\$ 9,69	R\$ 77,56
13.5	Instalações de tubo 50 mm e conexões esgoto	m	4,50	R\$ 14,19	R\$ 63,87
13.6	Instalações de tubo 100 mm e conexões esgoto	m	12,00	R\$ 20,69	R\$ 248,33
13.7	Instalação de aquecedor solar boiler de 200 litros	Unid	1,00	R\$ 1.121,18	R\$ 1.121,18
14	Louças e Metais				R\$ 2.087,11
14.1	Conj de louça	Unid	2,00	R\$ 685,54	R\$ 1.371,08
14.2	Pia de mármore sintético	Unid	1,00	R\$ 390,02	R\$ 390,02
14.3	Tanque de mármore sintético	Unid	1,00	R\$ 326,02	R\$ 326,02

15	Esquadrias Metálicas				R\$ 2.569,74
15.1	Janelas metálicas 1,20 x 1,50 - Venaziana	Unid	3,00	R\$ 372,98	R\$ 1.118,94
15.2	Janelas metálicas 1,20 x 1,20 - Vidro	Unid	2,00	R\$ 242,98	R\$ 485,96
15.3	Janelas metálicas 0,40 x 1,20 - Vidro	Unid	1,00	R\$ 222,98	R\$ 222,98
15.4	Basculante 0,60 x 1,00	Unid	2,00	R\$ 172,98	R\$ 345,96
15.5	Porta veneziana e vidro 0,70 x 2,10m	Unid	1,00	R\$ 395,90	R\$ 395,90
15.6	Porta veneziana e vidro 1,00 x 2,10m	Unid	1,00	R\$ 510,00	R\$ 510,00
15.7	Portão metálico 2,5 x 3,40	Unid	1,00	R\$ 1.399,27	R\$ 1.399,27
16	Esquadrias de Madeira				R\$ 1.223,62
16.1	Porta interna 0,70 x 2,10m montada com batente de aço	Unid	4,00	R\$ 305,90	R\$ 1.223,62
17	Pintura				R\$ 8.823,03
17.1	Pintura interna acrílica inclusive selador	m ²	230,27	R\$ 14,05	R\$ 3.234,89
17.2	Pintura externa acrílica inclusive selador	m ²	363,99	R\$ 14,05	R\$ 5.113,42
17.3	Pintura de esquadrias metálicas	m ²	11,20	R\$ 42,39	R\$ 474,72
18	Vidros				R\$ 358,63
18.1	Fornecimento e colocação de vidro fantasia 4 mm	m ²	8,20	R\$ 43,74	R\$ 358,63
19	Limpeza				R\$ 170,83
19.1	Limpeza geral da edificação	Casa	1,00	R\$ 170,83	R\$ 170,83
TOTAL GERAL					R\$ 131.653,21

Fonte: Acervo pessoal

Data base dos preços: 20/11/2016

7 DISCUSSÃO

Quadro 5 – Comparativo de projetos

Comparativo dos Projetos	
Projeto	Custo
Projeto 1 (Corte total do terreno acidentado)	R\$ 164.824,59
Projeto 2 (Corte parcial do terreno acidentado)	R\$ 145.936,24
Projeto 3 (Terreno Plano)	R\$ 131.653,21

Fonte: Acervo pessoal

Sabemos que o ramo da construção civil no Brasil está em aquecimento, sendo assim é de extrema importância que se façam estudos comparativos de custos construtivos para viabilizar as obras de forma econômica, sustentável e com agilidade.

Analisando os resultados obtidos nesse estudo, é possível identificar que não há viabilidade no projeto 1, já que a implantação de edificação com desaterro total apresenta custos significativamente superiores quando comparados aos demais métodos.

Com relação aos projetos 2 e 3, é necessário um estudo mais aprofundado com relação à outros fatores como: acessibilidade, aproveitamento de terreno, construção de pavimentos superiores, conforto térmico e, principalmente, custos com o terreno.

É possível dizer que ambos apresentam custos compatíveis com o mercado da construção civil e proporcionariam construções racionais, sendo que o projeto 2 apresenta custo superior ao projeto 3, porém o custo com o terreno é inferior e esse tipo de edificação pode proporcionar maior aproveitamento do terreno e melhor ventilação e o projeto 3 apresenta custo inferior ao projeto 2 e pode garantir uma edificação acessível e com baixos custos de fundação, porém os custos para aquisição desse tipo de terreno torna-se mais elevado.

No caso estudado, o terreno plano apresenta custo superior ao terreno acidentado em R\$10.000,00, portanto, mesmo considerando esse fator, o projeto 3 continua apresentando a maior viabilidade dentro dos casos estudados.

8 CONCLUSÃO

Através dos estudos e análises de diversos projetos, foi possível identificar a necessidade da elaboração de novas técnicas construtivas e materiais de construção inovadores que auxiliem para que a edificação de residências unifamiliares em terrenos acidentados possam ser economicamente e tecnicamente viáveis.

Também foi possível concluir que, apesar dessa necessidade da viabilidade econômica, é de extrema importância o planejamento desde o projeto até a execução da obra para evitar problemas posteriores, o que acarretaria em gastos adicionais. Portanto, a melhor forma de garantir essa viabilidade, seria o estudo da substituição e reaproveitamento de materiais.

A partir dessa análise, torna-se possível quebrar mitos acerca da construção em terrenos acidentados, principalmente na nossa região, onde o relevo predominante é de planaltos com depressões, avaliando diversas situações que podem colaborar para uma construção que atenda à critérios de funcionalidade, conforto e sustentabilidade.

Apesar das inúmeras desvantagens, há situações que podem proporcionar qualidades à esses terrenos, como o aproveitamento maior de andares devido ao desnível e até os custos das áreas sendo inferiores às demais mesmo em locais nobres, o que acaba por compensar gastos com a edificação.

Edificações em terrenos planos também podem ser viáveis desde que os custos de aquisição sejam acessíveis, quando comparados aos terrenos acidentados, pois em alguns casos os custos com a obra podem ser inferiores a esta diferença.

REFÊRENCIAS

BRITO, José Luis Wey de. **Fundações do Edifício**. São Paulo: EPUSP, 1987.

CANAL DO ENGENHEIRO. 2015. **Alvenaria Estrutural**. Disponível em: <http://www.canaldoengenheiro.com/alvenaria-estrutural/> 2015. Acesso em 10 de maio de 2016 às 18:31.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. 2016. **PIB Brasil e construção civil**. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em: 03 de março de 2016 às 07:52.

CHING, Francis D. K. **Técnicas de construção ilustradas**. 4ª ed. Tradução técnica: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: UFRGS, 2010.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. 2016. **Paredes de concreto**. Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/caracteristicas/o-sistema/18/caracteristicas.html>. Acesso em: 10 de maio de 2016 às 20:28.

CONSTRUFÁCIL. Rio de Janeiro, 2016. **A importância da construção civil no Brasil**. Disponível em: <http://construfacilrj.com.br/importancia-da-construcao-civil>. Acesso em: 21 de março de 2016 às 10:27.

COSTA, Jordana. IRFN, 2015. **Relevo Brasileiro**. Disponível em: <http://docente.ifrn.edu.br/jordanacosta/disciplinas/geografia-2-2.8401.2m/relevo-brasileiro>. Acesso em: 19 de março de 2016 às 22:14.

FUNDAÇÃO GEO-RIO. 2009. **Muros de Arrimo**. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/smo/exibeconteudo?article-id=96358>. Acesso em: 30 de março de 2016 às 13:24.

G1: Portal de notícias da Globo. Rio Grande do Sul, 2012. **MP pede esclarecimentos sobre obras no entorno da Arena do Grêmio**. Disponível em: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2012/08/mp-pede-esclarecimentos-sobre-obras-no-entorno-da-arena-do-gremio.html>. Acesso em 02 de março de 2016 às 14:23.

GEÓGRAFOS. 2016. **Altitude**. Disponível em: <http://www.geografos.com.br/altitude>. Acesso em: 09 de maio de 2016 às 15:27.

GERSCOVICH, Denise M. S. **Estruturas de contenção de muros de arrimo**. Faculdade de Engenharia - Departamento de Estruturas e Fundações. Rio de Janeiro: FEUERJ, 2015.

LOBO, Ademar da Silva et al. **Muros de arrimo em solos colapsíveis provenientes do arenito Bauru: problemas executivos e influência em edificações vizinhas em áreas urbanas**. Bauru: Departamento de Engenharia Civil - UEP, 2003.

MELHADO, Silvio Burrattino *et al.* Escola politécnica da universidade de são paulo departamento de engenharia de construção civil, 2002. **Fundações**. Disponível em: http://www.abraetd.com.br/skins/red-blue/images/arquivos/artigos/Apostila_fundacoes%20TUBULOES%20POLI.pdf. Acesso em: 21 de março de 2016 às 22:42.

SOUZA, Laurilan Gonçalves. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame**. IPOG Florianópolis, 2012.

TIASAKA, Maçahico. **Orçamento da construção civil: consultoria, projeto e execução**. 2ª ed. rev e ampl. São Paulo: PINI, 2011.

TREVISAN, Ricardo. **Como construir em terrenos acidentados**. 2009. Disponível em: <https://ricardotrevisan.com/2009/08/07/como-construir-em-terrenos-acidentados/2009>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2016 às 21:43.

UNDERSTAND BUILDING CONSTRUCTION. 2016. *Steel Frame Construction*. Disponível em: <http://www.understandconstruction.com/steel-frame-structures.html>. Acesso em: 10 de maio de 2016 às 19:27.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar**. 11ª ed. rev e atual. São Paulo: PINI: Sinduscon, 2011.