

APROVEITAMENTO DE TERRENO COM DECLIVIDADE ACENTUADA EM ÁREA DE EXPANSÃO URBANA.

BARBOSA, José Cícero ¹; SILVA, Rilner Teixeira D. ¹
MAGDALENA, Rafael Augusto da Cruz Valentim ²
Universidade São Francisco
Jose.cicero@mail.usf.edu.br
Rilner.silva@mail.usf.edu.br

¹ Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus de Bragança Paulista;

² Orientador do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus de Bragança Paulista.

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de apresentar as fases específicas e essenciais para a garantia da segurança da edificação em terreno com declividade, apresentando as etapas do projeto topográfico e o projeto arquitetônico. Esse artigo reconhece a importância e fundamentos da engenharia civil, contribuindo diretamente na construção de residência familiar nesse tipo de terreno, através da eficácia no levantamento topográfico, análise e escolha dos métodos construtivos adequados, proporcionando segurança estrutural e a vida. Alguns dos passos foram galgados, a fim de identificar quais os recursos tecnológicos disponíveis na engenharia para garantir a viabilidade técnica. A coleta de dados ocorreu por meio de pesquisa bibliográfica, tendo como critérios para seleção artigos relevantes, autores especializados e por atividade prática no software de Projeto Assistido por Computador (AutoCAD 2023). Essa abordagem permitiu uma análise aprofundada das questões, relativizando-as à hipótese do artigo e fornecendo perspectivas para o desenvolvimento futuro. Os resultados apontam para viabilidade técnica e sustentável do projeto, porém é limitado do ponto de vista de acessibilidade, pois limita o acesso a pessoas com deficiência. Visto que carecem de obras complementares de acessibilidade. Ao considerar o artigo realizado e as sugestões apresentadas, fica evidente que os terrenos com declividade possuem o potencial de atender a demanda por novas áreas de expansão nas cidades. A pesquisa reforça a importância das tecnologias construtivas como terraços, muros de arrimo, taludes e principalmente a cobertura vegetal em terrenos inclinados.

Palavras-chave: Declividade, Engenharia civil, Terreno.

INTRODUÇÃO

Terrenos com declividade são muitas vezes subutilizados ou ignorados. Aproveitá-los de forma adequada pode aumentar a oferta de áreas disponíveis para construção, além de agregar valor, com o crescimento populacional, há uma demanda maior por áreas habitáveis. Aproveitar esses tipos de terrenos pode aliviar a pressão sobre terrenos planos, que são escassos e caros,

além de evitar a expansão desordenada e parcelamento irregular do solo. Fornecendo segurança para o mercado imobiliário, o levantamento topográfico juntamente com o projeto arquitetônico de uma residência, deve proporcionar um espaço habitável e confortável, geralmente envolve a concepção de um espaço privado familiar, comercial ou industrial. Para atender à necessidade de expansão urbana e aumentar a oferta de áreas urbanizáveis e maximizar o uso do espaço disponível. O levantamento topográfico do terreno, juntamente com o projeto arquitetônico também pode ser visto como um investimento financeiro a longo prazo. A propriedade do lote documentado pode aumentar de valor ao longo do tempo, permitindo que os proprietários obtenham um retorno sobre seu investimento se decidirem vender no futuro.

Estes tipos de terrenos são comuns em cidades que crescem em regiões montanhosas ou com relevo variado, onde há necessidade de expandir o perímetro urbano, exigindo soluções específicas para garantir a viabilidade do projeto. O aproveitamento de terrenos inclinados deve ser considerado nas fases iniciais de planejamento, incorporando soluções que respeitem a topografia e garantam estabilidade e segurança. Para uma família de classe média que deseja executar um projeto residencial em terreno com declividade, governo municipal, urbanistas, engenheiros civis e ambientais, loteadoras, construtores e proprietários. Estes atores são responsáveis por planejar, regulamentar e executar projetos de expansão urbana, assegurando que a ocupação dos terrenos respeite as normas de segurança e ambientais.

Segundo Fazio, Michael, et al. (2011) Em algumas cidades da Grécia Antiga, como Atenas, e na Itália romana, teatros e anfiteatros foram construídos em colinas ou terrenos inclinados, aproveitando a inclinação natural do terreno para criar assentos em níveis, com ótima visibilidade e acústica.

De acordo com Navarro (2024), a construção em declive tem uma história que remonta a civilizações antigas, algumas civilizações encontraram maneiras eficazes de construir em terrenos inclinados. Um exemplo é a civilização inca, que construiu Machu Picchu, no Peru, uma cidade localizada em um terreno com forte inclinação. Os incas usavam técnicas de terraços, que consistiam em criar plataformas horizontais sustentadas por muros de pedra, o que ajudava tanto no cultivo agrícola quanto na construção de edificações. As construções incas em terrenos com declividade são um dos aspectos mais impressionantes de sua arquitetura, refletindo sua capacidade de adaptação às difíceis condições geográficas dos Andes. Diante das montanhas íngremes, os incas desenvolveram soluções engenhosas para construir em áreas inclinadas, especialmente em Machu Picchu e nas regiões agrícolas ao redor.

Os terraços agrícolas foram criados moldando grandes plataformas horizontais nas encostas das montanhas. Esses terraços, sustentados por muros de pedra, permitiam o cultivo em diferentes altitudes e protegiam o solo contra erosão e deslizamentos. Além disso, essas estruturas eram essenciais para a preservação de nascentes e o controle de águas pluviais, já que a água era cuidadosamente distribuída por meio de canais, evitando o acúmulo excessivo e possíveis inundações.

Machu Picchu, foi construída em um istmo montanhoso, (estreita faixa de terra nas montanhas) a inclinação do terreno foi usada a favor da cidade. O sistema de drenagem com mais de cem canais, aliado à cobertura do solo com rocha triturada e cascalho, evitava empoçamentos e desmoronamentos, comuns devido às fortes chuvas da região. As construções

eram encaixadas com precisão, sem o uso de argamassa, o que permitia que os edifícios se movimentassem levemente durante terremotos sem desabar. Essas técnicas não só evidenciam o domínio inca sobre a arquitetura e engenharia em terrenos inclinados, mas também mostram como eles harmonizavam suas construções com o meio ambiente, criando uma infraestrutura duradoura que respeitava e aproveitava a geografia montanhosa.



Fonte: CNN Brasil

IMAGEM 1 - Imagem de Machu Picchu

Segundo Leite, Velloso A. (2023), a construção formal em terrenos com declive também evoluiu, com soluções arquitetônicas adaptadas ao relevo, principalmente em regiões como Minas Gerais e Santa Catarina, onde a topografia acidentada é uma constante. Nessas áreas, os projetos de casas e prédios em declive geralmente utilizam muros de arrimo, fundações escalonadas e plataformas elevadas para adaptar as construções à inclinação natural do solo. Nos últimos anos, a construção em terrenos com declive passou a incorporar também práticas sustentáveis, aproveitando melhor as características naturais do terreno. Arquitetos contemporâneos têm utilizado soluções como telhados verdes, sistemas de captação de água de chuva e materiais de construção locais para integrar a construção à paisagem, minimizando o impacto ambiental. Harmonizando a arquitetura com o relevo, preservando a vegetação nativa e priorizando técnicas de construção de baixo impacto. A construção em terrenos com declive, apesar dos desafios, oferece oportunidades criativas e soluções inovadoras para a arquitetura e a engenharia. No contexto contemporâneo, a integração dessas técnicas com práticas sustentáveis e de prevenção a desastres naturais é essencial para garantir a viabilidade de construções, respeitando o meio ambiente e as condições geográficas.

OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar as etapas do levantamento topográfico e o projeto arquitetônico. Para cumprir com o objetivo será verificado a viabilidade e acessibilidade em um lote com área total de 2.228,22 m², em declive.

MATERIAL E MÉTODOS

O conhecimento do solo é fundamental para garantir a estabilidade e o desempenho de obras de engenharia civil, como edifícios, barragens e aterros. Além disso, é crucial entender as condições subterrâneas de terrenos, para avaliar a viabilidade e acessibilidade de construção em área urbana brasileira. Neste contexto é essencial que seja feita a sondagem para obter informações de estabilidade o tipo de fundação necessária.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 6484:2020 - Solo - Sondagem de simples reconhecimento com SPT - Método de Ensaio. Sondagem ou ensaio de penetração dinâmica (SPT), é possível medir a resistência do solo. A fim de conhecer o tipo de solo a cada metro, com a retirada de amostra, conhecer o nível de resistência oferecido pelo solo, localizar as posições dos níveis de água no solo etc.

[...] O índice de resistência à penetração (SPT) foi definido por Terzaghi-Peck , que nos diz que “é a soma do número de golpes necessários à penetração no solo, dos 30 centímetros finais do amostrador”. Despreza-se, portanto, o número de golpes correspondente à cravação dos 15 centímetros iniciais do amostrador. Os valores de SPT obtidos dão uma indicação preliminar da consistência (solos argilosos) ou estado de compactidade (solos arenosos). (SANTOS e DAIBERT, 2013, p.31)

A ABNT NBR 8036:1983 - Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios - Procedimento, estabelece os números de perfurações a serem feitas, de acordo com o tamanho do edifício, conforme segue:

No mínimo uma perfuração para cada 200 m² de área da projeção em planta do edifício, até 1.200 m² de área.

Entre 1.200 m² e 2.400 m² fazer uma perfuração para cada 400 m² que excederem os 1.200 m² iniciais.

Acima de 2.400 m² o número de sondagens será fixado de acordo com o plano particular da construção.

Abaixo no quadro 1, pode-se verificar a resistência à penetração que um procedimento de SPT pode encontrar.

QUADRO 1 - Índices de resistência à penetração

Solos	Índices de resistência (SPT)	Designação	σ_{adm} (kgf/cm ²)
Arenas e siltes arenosos	≤ 4	Fofo	< 1
	5 - 10	Pouco compacto	1 - 2
	11 - 30	Mediamente compacto	2 - 4
	31 - 50	Compacto	4 - 6
	≥ 50	Muito compacto	> 6
Argilas e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole	<0,25
	2 - 4	Mole	0,25 - 0,5
	5 - 8	Média	0,5 - 1
	9 - 15	Rija	1 - 2
	16 - 30	Muito rija	2 - 4
	≥ 30	Dura	>4

Fonte: Santos e Daibert (2013, p.32)

Os dados SPT auxiliam na escolha do tipo das fundações, estimar taxas de tensões admissíveis do terreno, previsão dos recalques das fundações. Como exemplo poderíamos estimar a carga admissível do solo arenoso pela fórmula a seguir:

Fórmula: Tensão admissível do solo

$$\sigma_{adm} = \sqrt{NSPT-1} = [\text{kgf/cm}^2]$$

Fonte: SANTOS e DAIBERT, 2013, p.32

Como neste artigo destacamos a análise e necessidade do levantamento topográfico e do projeto arquitetônico adequado a terrenos em declive, não será aprofundado elementos relativos ao SPT.

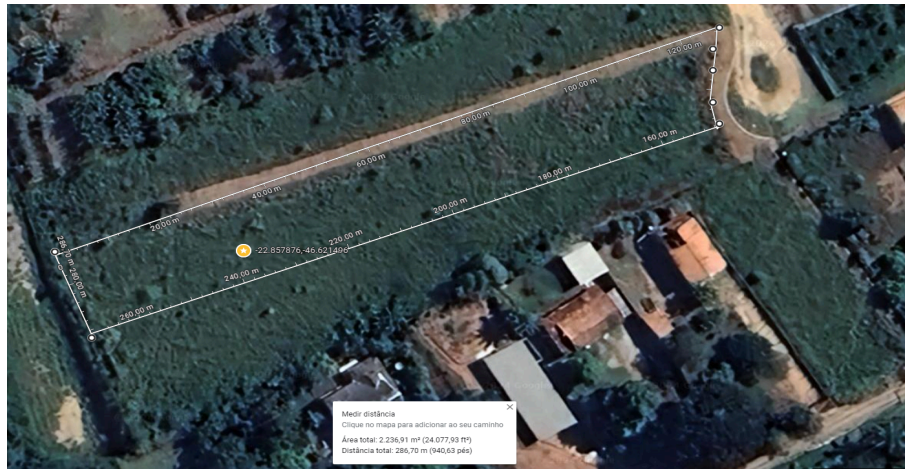
Recentemente, Ana L. da Fonseca, B. et al. (2014) discutiram a importância do uso do solo urbano em relação às necessidades humanas. Nesse sentido, este artigo busca contribuir para a compreensão do papel do solo urbano em garantir o desenvolvimento das atividades econômicas e político-administrativas. Para isso, é essencial garantir a implantação de infraestrutura urbana, equipamentos públicos e espaços comunitários de educação, cultura, saúde, lazer e similares.

No sentido de atender às necessidades humanas, como discutido anteriormente, a gestão do solo urbano assume um papel fundamental. Ana L. da Fonseca, B. et al. (2014) argumentam que a topografia desempenha um papel crucial na definição do território urbano, influenciando a forma como os espaços são distribuídos e utilizados. Destarte, é essencial considerar a relevância da gestão do solo urbano para garantir a adequação dos espaços para atender às necessidades humanas.

Conforme citado acima, considerando que a Constituição Brasileira de 1988 e o Estatuto da Cidade estabelecem diretrizes para a gestão do uso do solo urbano, é fundamental que essa gestão seja realizada de forma a garantir funções sociais na cidade. Isso significa que os planos de uso do solo urbano devem ser elaborados de forma a priorizar a moradia, o trabalho, o lazer, a saúde e a educação, e integrar essas atividades em um planejamento urbano que considere a infraestrutura necessária, como transporte, saneamento e serviços públicos.

O estudo da topografia, é um campo fundamental para a engenharia civil e outras profissões relacionadas, lançar mão de equipamentos topográficos é de extrema importância para a execução de projetos. Os dados coletados são utilizados para criar representações gráficas, um aspecto crucial para a interpretação e utilização dos dados topográficos em projetos reais. Aspectos técnicos e legais reforçam a importância de se estar alinhado com as normas e regulamentações vigentes, o que é fundamental para garantir a qualidade e a conformidade dos trabalhos topográficos. É um recurso indispensável para quem deseja se consolidar como profissional da área. (Tuler e Saraiva, 2014)

Sendo assim, foi realizado um levantamento topográfico do lote com área total de 2.228,22 m², em declive, localizado na Avenida das Agaves, Campos de Bragança Paulista, apresentado abaixo.



Fonte: Google maps - imagem de satélite

IMAGEM 2 - Imagem do terreno em declive

As aplicações da altimetria se destacam em obras de terraplenagem, projetos de redes de água e esgoto, projetos de estradas, planejamento urbano e de transportes, entre outros. O princípio fundamental para o estudo da altimetria é a materialização de superfícies de referências de nível que sirvam de comparação entre os vários pontos do terreno e as alturas advindas dessas referências, como a altitude ou a cota. O nivelamento é a operação ou prática topográfica que define a altimetria do terreno, ou seja, busca determinar as diferenças de altura entre pontos desse terreno. Para tal, são utilizados equipamentos, acessórios e processos. Considerando que o nivelamento geométrico é a técnica mais precisa (e uma das mais utilizadas). Após o levantamento de campo, há a representação desse relevo, “Representação altimétrica” (TULER E SARAIVA, 2014, p. 146).

Para a coleta de dados, foram utilizados os seguintes instrumentos: Estação Total Geodetic GD2i-8, Alvo refletivo, Prisma Circular Para Topografia e Agrimensura, Tripé, Bastão em Alumínio de 3,60 metros e o software AutoCAD 2024. Para coletar e representar os dados, foram utilizados instrumentos específicos que atendem às necessidades do artigo. A Estação Total Geodetic GD2i-8 permitiu determinar as coordenadas e altitudes do terreno. Além disso, a escolha desses instrumentos foi fundamentada na necessidade de obter dados precisos, com o objetivo de aplicação na altimetria. Com esses recursos, foi possível obter informações precisas sobre o relevo do terreno, o que é fundamental para apoiar decisões em áreas como obras de terraplenagem e planejamento urbano.

A norma técnica brasileira que estabelece os procedimentos para a realização de levantamentos planimétricos é a ABNT NBR 13133:2021.

Aspectos técnicos e legais reforçam a importância de se estar alinhado com as normas e regulamentações vigentes, o que é fundamental para garantir a qualidade e a conformidade dos trabalhos (Tuler e Saraiva, 2014).

Além do levantamento topográfico também foi realizado um projeto arquitetônico de engenharia que leva em conta as características do terreno, através do software AutoCAD 2024 para representação gráfica dos dados coletados.

O desenvolvimento dos projetos arquitetônicos é de suma importância para o atendimento das condições necessárias para a construção de uma edificação. Deste modo, todas as etapas para o desenvolvimento do projeto devem ser atendidas, que vão desde os levantamentos preliminares das informações para a arquitetura e finalizam nas documentações conforme a construção. O projeto arquitetônico desempenha papel fundamental tanto no desenvolvimento das construções, tanto na correção de problemas estruturais e de dimensionamento já existentes, quanto na prevenção de problemas futuros relacionados ao conceito estrutural, conforto e questões particulares, através do atendimento das fases de anteprojeto ao projeto executivo, atendendo as especificações do Código de obras da cidade de Bragança Paulista, para o desenvolvimento dos projetos conforme o zoneamento.

Conforme a ABNT NBR 16636-2:2017 - Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: O Projeto arquitetônico, para o desenvolvimento de uma edificação é necessário à criação de projetos específicos conforme a área de atuação.

O projeto arquitetônico na construção civil não apenas lida com a resolução dos problemas, mas também agindo de forma proativa para evitar que alguns problemas de dimensionamentos surjam, promovendo assim a qualidade e a longevidade das construções, através do atendimento dos requisitos de desempenho da construção conforme as características relativas. (JUNIOR, 2008).

Para o desenvolvimento gráfico do projeto arquitetônico, devem ser atendidas as regras da ABNT NBR 6492:2021 - Documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos - Requisitos. Concordante com a norma, deve-se atender as generalidades das representações dos desenhos, como o tipo e espessura das linhas, escalas, desenhos obrigatórios, orientação do norte, elevações, cortes, vistas, cotas, indicação de acessos, dimensão dos vãos de portas e janela, marcação de coordenadas, plantas dos pavimentos, inclinação de um telhado, indicação de sentido ascendente da escada, entre outras regras.

Como consequência também contribui na criação de melhorias sustentáveis em áreas com declividade, pois, pode ser uma boa alternativa ao trabalhar de forma sustentável para as áreas em declives, com aplicação de técnicas de engenharia e aproveitamento de elementos naturais, como o plantio de árvores de grande e médio porte, para segurança no contraventamento, na contenção de erosão e desabamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imagem a seguir mostra a representação gráfica do levantamento topográfico realizada no software AutoCAD 2024.

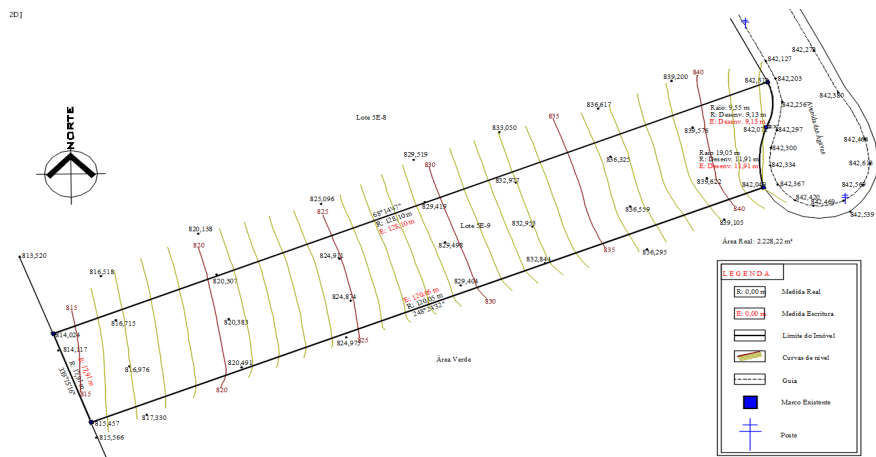


IMAGEM 3 - Levantamento topográfico do lote 5E-9

Para analisar o levantamento topográfico em maior detalhe, dividiremos a imagem em três partes. Na primeira parte, destacamos o acesso ao lote no final da Avenida das Agaves, rua sem saída para quem está em frente ao lote, olhando para o fundos, será implantado um corredor de veículos com 3,91m de largura entre os pontos cotados 842,203 e 842,256 que dará acesso até o final do lote.

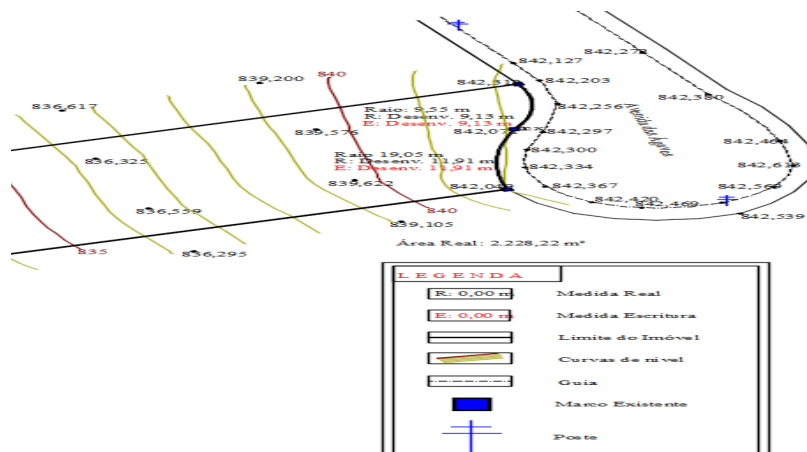


IMAGEM 3.A - Levantamento topográfico do lote 5E-9

Na segunda parte, destacamos o meio do lote, que apresenta as maiores declividades entre os pontos 835 e 825, apresentando um desnível de 17,312m em relação ao marco inicial 842.312, como se pode notar abaixo (IMAGEM 3.B).

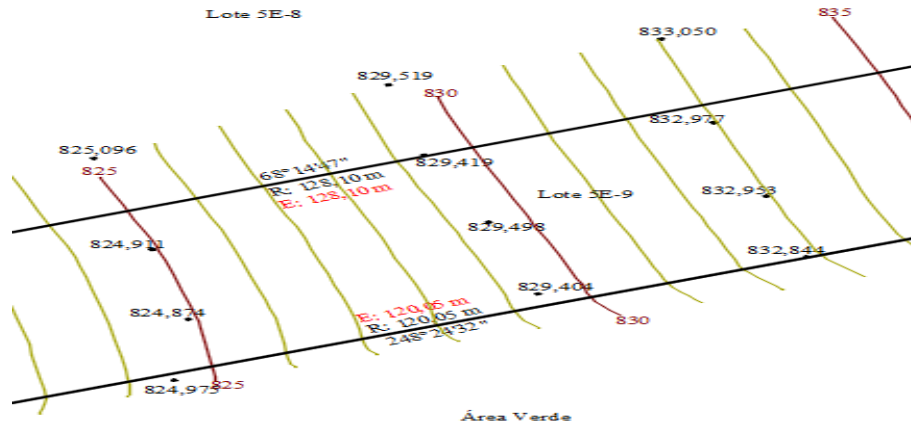


IMAGEM 3.B - Levantamento topográfico do lote 5E-9

Na terceira parte, destacamos as linhas de divisas entre o lote vizinho, a área verde e a área de preservação permanente (APP).

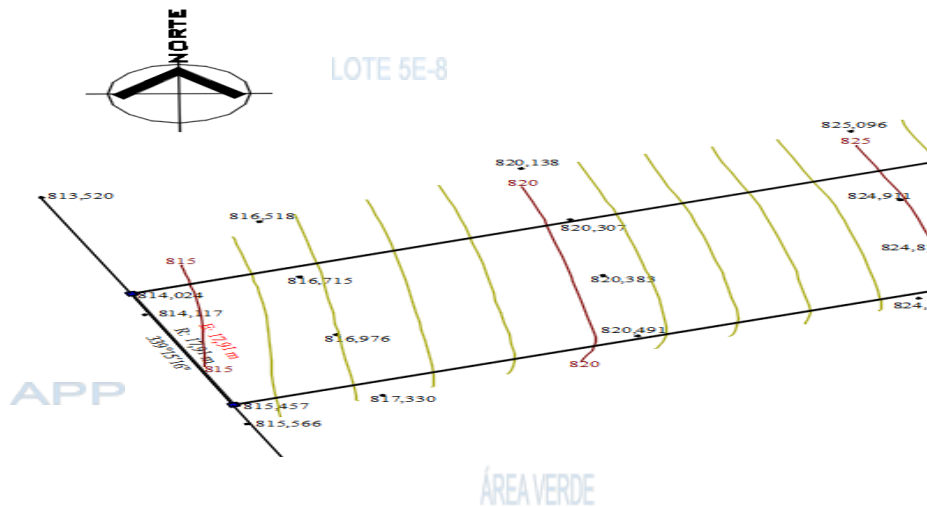


IMAGEM 3.C - Levantamento topográfico do lote 5E-9

Ainda fazendo parte dos dados utilizados na produção da imagem acima, os mesmos dados também produzem um perfil do terreno, que pode ser observado em detalhes abaixo.

PONTO	COTA	DECLIVIDADE
1	842,312	0
2	840,000	2,312
3	835,000	5,000
4	830,000	5,000
5	825,000	5,000
6	820,000	5,000
7	815,000	5,000
8	814,024	0,976
		28,288

IMAGEM 4 - Dados topográficos analisados

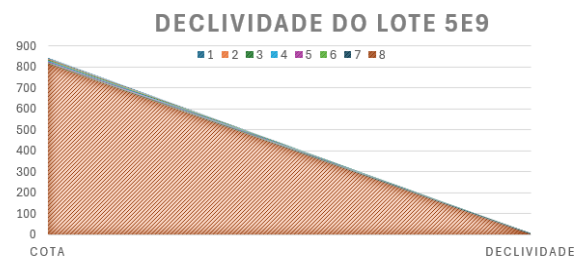


IMAGEM 5 - Perfil do terreno

Com os dados topográficos foi possível verificar a declividade do LOTE 5 E-9 em cada ponto medido e checar através de tabelas e gráficos estáticos a precisão da coleta conforme demonstrado na figura 4.

Para o cálculo da declividade adota-se as orientações da ABNT NBR 9050:2015. Esta norma estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados em projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos às condições de acessibilidade.

$$i = (h \times 100) / c$$

Com os dados do levantamento chegou-se ao seguinte resultado:

$$i = (28,288) \times 100 / 128,22 = 22\%$$

Sendo assim, a memória de cálculo é a seguinte: inclinação = (ponto 1- ponto 8) / comprimento do lote x (100), ou seja, (842,312-814,024) / 128,22 x 100 = 22%.

Portanto este parâmetro se enquadra no código de obras do município onde está localizado o lote 5 E-9.

De acordo com o código de obras da estância de Bragança Paulista, em seu art. 12, os projetos de parcelamento complexo ou de condomínio urbanizado somente serão implantados em áreas com declividade inferior a 30% (trinta por cento) acompanhado de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) e anuência do órgão municipal responsável pela gestão ambiental. Lei nº 1146, de 13/07/1971.

(DISPÕE SOBRE O CÓDIGO DE OBRAS E URBANISMO DA ESTÂNCIA DE BRAGANÇA PAULISTA)

Art. 13 A aprovação de parcelamento complexo ou condomínio urbanizado em que haja a necessidade de obras de terraplanagem para correção da declividade será concedida se o projeto demonstrar e assegurar:

I - inexistência de prejuízo ao meio físico e paisagístico da área externa da gleba, em especial no que se refere à erosão do solo e assoreamento dos corpos d'água, quer durante a execução das obras relativas ao parcelamento do solo, quer após a sua conclusão;

II - proteção contra erosão dos terrenos submetidos a obras de terraplanagem; e

III - condição para implantação de edificações nas áreas terraplanadas e/ou execução pelo empreendedor do plantio das espécies vegetais que assegurarão a integridade da área e que impeça a instauração do processo erosivo e seu desenvolvimento.

§ 1º Os taludes resultantes das correções mencionadas no caput deverão apresentar declividade de até 100% (cem por cento) no caso de cortes, de até 50% (cinquenta por cento) no caso de aterros, com altura máxima, em qualquer caso, de até 6m (seis metros) e recomposição vegetal adequada.

O texto da lei demonstra uma preocupação ambiental desde 1971.

No software AutoCAD 2023, foi possível obter o seguinte perfil longitudinal.

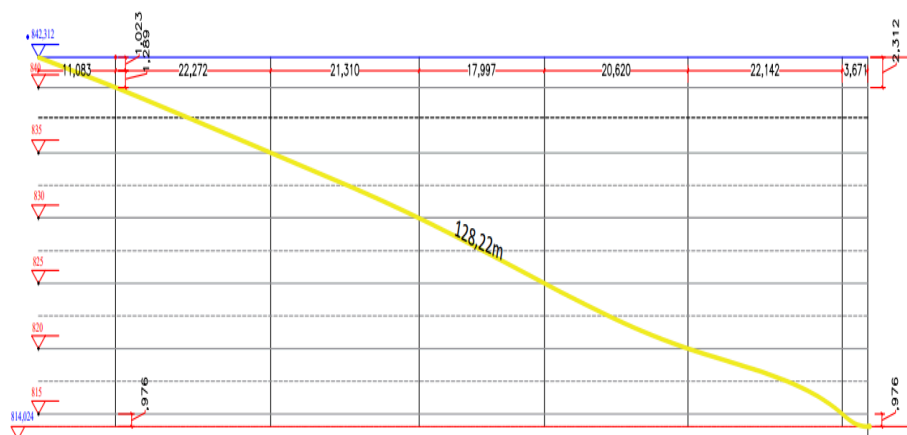


IMAGEM 6 - Imagem do perfil longitudinal do lote 5 E-9

Essa funcionalidade do AutoCAD 2023, permite a visualização detalhada das variações altimétricas de um terreno ao longo de um alinhamento específico, fundamental para projetos de engenharia civil, arquitetura e urbanismo, entre outros.

As imagens a seguir mostram a representação das plantas do projeto arquitetônico, realizadas através do software AutoCAD 2023. Template cedido pelo professor especialista, Eduardo José Gava, do curso de engenharia civil da Universidade São Francisco, Campus de Bragança Paulista, do componente curricular desenho arquitetônico auxiliado por computador, no segundo semestre de 2023.

A implantação em um projeto arquitetônico é uma etapa essencial que envolve a definição do posicionamento da edificação no terreno, levando em conta aspectos como topografia, orientação solar, acessos e a relação com o entorno.

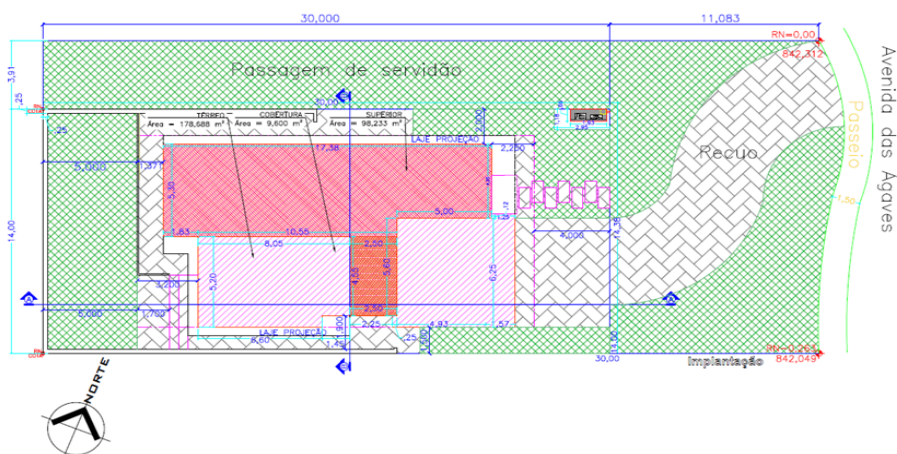


IMAGEM 7 - Imagem da implantação do projeto arquitetônico

Essa fase é crucial para garantir que o projeto se adapte de forma harmoniosa ao ambiente, maximizando o conforto ambiental, a eficiência energética e a funcionalidade dos espaços. A implantação bem planejada permite não apenas uma integração mais sustentável da

construção com a paisagem, mas também proporciona uma experiência de uso mais agradável e adequada às necessidades dos futuros ocupantes.

A planta do pavimento térreo em um projeto arquitetônico é um dos elementos fundamentais para a compreensão do layout e da distribuição dos espaços internos. Nessa representação, são detalhadas as áreas de convivência, circulação, acessos, e a organização dos ambientes principais, que geralmente incluem sala de estar, sala de jantar, cozinha, área de serviço, lavabo e em alguns casos a varanda gourmet.

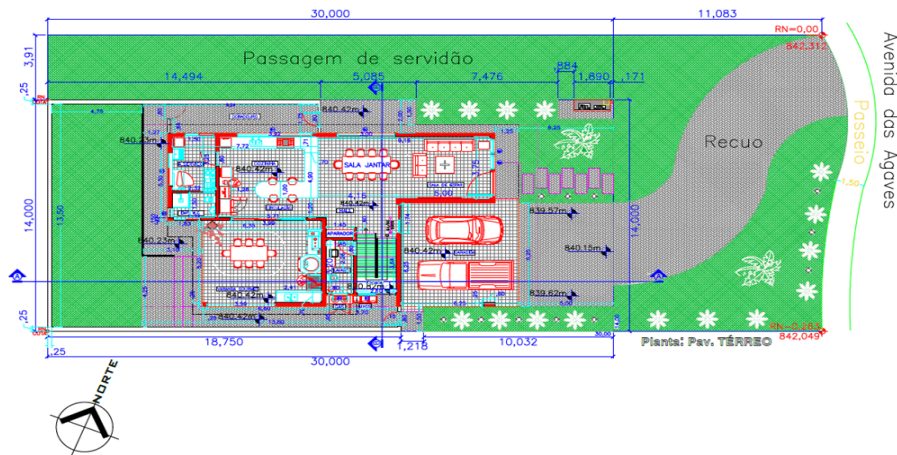


IMAGEM 8 - Imagem da planta do pavimento térreo do projeto arquitetônico

A planta do pavimento térreo também revela a configuração espacial, através do planejamento de fluxos, funcionalidade e integração com áreas externas, como jardins, coradouros e garagens. A boa concepção desse pavimento contribui ao conforto, acessibilidade e qualidade de vida dos usuários, refletindo as intenções estéticas e funcionais do projeto.

A planta do pavimento superior em um projeto arquitetônico é fundamental para organizar os espaços privados e íntimos da construção, como dormitórios e suítes. Nessa planta, são definidos os acessos verticais como escadas, rampas e elevadores mecânicos, a distribuição dos cômodos, e o planejamento das circulações para garantir fluidez e conforto aos usuários.

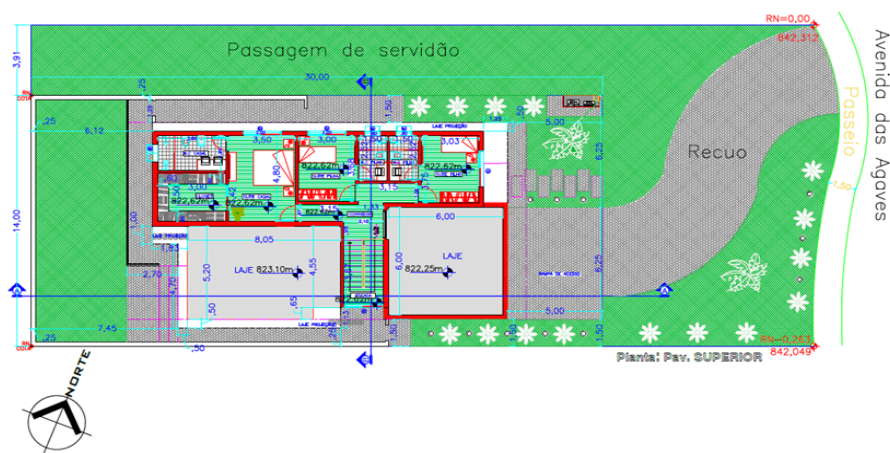


IMAGEM 9 - Imagem da planta do pavimento superior do projeto arquitetônico

desempenham funções fundamentais para o desenvolvimento adequado, seguro e a garantia dos trabalhos e da construção. Desta forma, contribuindo especificamente no entendimento das medidas imputadas ao aproveitamento de terreno com declividade acentuada, fortalecendo a necessidade do planejamento e ações eficientes nos projetos da construção civil.

Deste modo, este artigo demonstrou os níveis do terreno em declividade, através do levantamento topográfico, onde o conhecimento da topografia do terreno é indispensável para o enfrentamento dos desafios durante os projetos da edificação. Assim, possibilitando o conhecimento da tipologia do terreno e soluções aplicáveis para o enquadramento do projeto arquitetônico nessas condições particulares.

A ABNT NBR 11682:2009 - Estabilidade de encostas, descreve os requisitos para o estudo, projeto, execução, controle e observação da obra de estabilização de encostas e taludes, abrangendo o terreno com declividade natural. Deste modo, as investigações geológico-geotécnicas são etapas necessárias para o conhecimento das características do terreno, através da vistoria realizada pelo profissional de engenharia civil, geotécnico ou geólogo de engenharia. Assim, será concebido no projeto condições de estabilização do terreno inclinado, envolvendo o muro de contenção, aterro, terraplanagem e sistema construtivo em pilotis. Seguindo esses requisitos, foram analisadas as características da declividade do terreno, onde minuciosamente foi possível indicar as tratativas adequadas para a implantação do projeto arquitetônico.

A IMAGEM 11 mostra harmonia entre a topografia do terreno e o projeto arquitetônico.

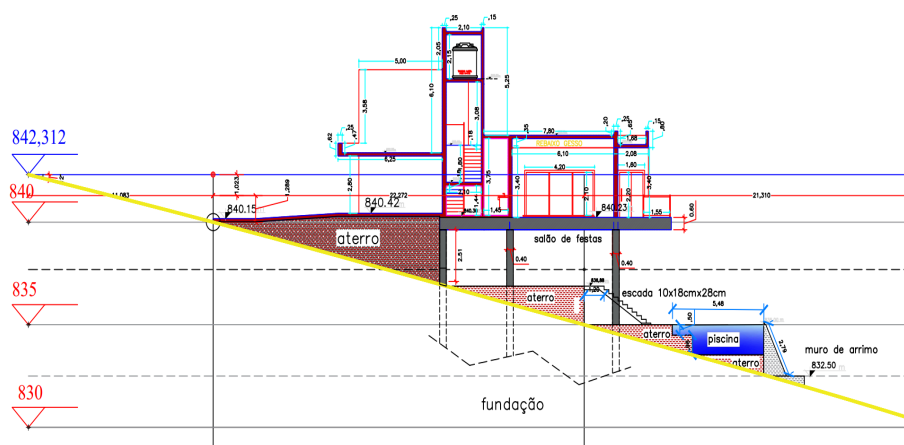


IMAGEM 11 - Imagem da vista em corte longitudinal do terreno e projeto arquitetônico

Para melhor compreensão do projeto, a IMAGEM 11 mostra a planta em corte longitudinal anexada a topografia do terreno, mostrando graficamente o pavimento térreo, superior, torre da caixa d'água, também o salão de festas, um acesso para área da piscina, aterros e o recuo frontal do projeto. Não destacamos neste artigo as etapas seguintes de um projeto de engenharia civil como projeto estrutural, projeto elétrico, projeto hidrossanitário e projeto de segurança contra incêndio e pânico, visto que o objetivo é demonstrar a viabilidade de se construir em terrenos inclinados.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a implementação de projetos arquitetônicos em terrenos inclinados é viável e pode oferecer soluções inovadoras em segurança, eficiência e sustentabilidade, desde que sejam adotadas medidas rigorosas e bem embasadas. Este estudo destacou a importância de uma análise topográfica e geotécnica aprofundada, fundamental para a concepção de soluções específicas que atendam às normas de estabilidade e segurança, conforme especificado nas diretrizes da ABNT NBR 16636-2:2017. Essas etapas são cruciais para o desenvolvimento subsequente de projetos estruturais, elétricos, hidrossanitários e de segurança contra incêndio. Na literatura as indicações para estes terrenos é o uso das tecnologias de engenharia, como taludes, muro de arrimo e construção escalonada, a viabilidade para este terreno foi a construção de aterro, muro de arrimo e aproveitamento em partes do perfil natural.

Contudo, embora o estudo tenha cumprido seu objetivo ao apresentar a viabilidade de construção em terrenos com declividade, algumas lacunas se tornaram evidentes, principalmente em relação aos custos e à viabilidade prática de soluções sustentáveis em áreas de difícil acesso. Projetos em declive apresentam desafios particulares, como a necessidade de detalhamento preciso do escoamento de águas pluviais, o uso de fossas sépticas em locais sem rede de esgoto, e a construção de sistemas de captação e reúso de água. Além disso, a inclusão de vegetação nas áreas não edificantes e de rampas e elevadores para garantir a acessibilidade, conforme a ABNT NBR 9050:2021, exige um planejamento financeiro e técnico mais robusto.

O estudo também revelou a importância de incorporar sistemas de captação de água e energia solar para melhorar a eficiência energética. No entanto, uma análise mais minuciosa dos custos de implementação e manutenção destes sistemas poderia contribuir significativamente para avaliar a viabilidade econômica de tais projetos. Portanto, o aprofundamento em pesquisas voltadas para o impacto econômico, social e ambiental dessas soluções é recomendado.

Espera-se que este trabalho seja um ponto de partida para estudos futuros, que abordem de forma mais detalhada os desafios técnicos e financeiros da construção sustentável e acessível em terrenos inclinados. A busca por edificações seguras e ambientalmente integradas continua sendo um objetivo essencial, uma vez que, conforme o versículo bíblico, "os mais altos céus pertencem ao SENHOR, mas a terra, ele confiou à humanidade" (Salmos 115:16 - Nova Versão Internacional), nos convidando à reflexão do uso responsável e consciente do solo.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do curso de engenharia civil da universidade São Francisco, campus de Bragança paulista, através do Esp: Eduardo José Gava; nossos agradecimentos a todos que de várias formas contribuíram com nossa jornada. Em especial ao Me: Rafael Augusto Valentim Magdalena, que nos orientou neste artigo.

Aos colegas: Patrick Pereira, Marcos Ambrósio e Matheus Prestes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro, 2021. 147 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492. Documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos: requisitos.** Rio de Janeiro, 2021. 48 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636-2. Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos: parte 2: o projeto arquitetônico.** Rio de Janeiro, 2017. 17 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11682. Estabilidade de encostas.** Rio de Janeiro, 2009. 33 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133. Execução de levantamento topográfico: procedimento.** Rio de Janeiro, 2021. 57 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8036. Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios: procedimento.** Rio de Janeiro, 1983. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484. Solo: sondagem de simples reconhecimento com SPT: método de Ensaio.** Rio de Janeiro, 2020. 28 p.

BRAGANÇA PAULISTA. Lei nº 1146, de 13 de julho de 1971. **Dispõe sobre o código de obras e urbanismo da estância de Bragança Paulista.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-braganca-paulista-sp>. Acesso em: 03 nov. 2024.

FAZIO, Michael; MOFFETT, Marian; WODEHOUSE, Lawrence. **A História da Arquitetura Mundial.** 3rd ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. E-book. p.165. ISBN 9788580550382. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788580550382/>. Acesso em: 03 nov. 2024.

JUNIOR, Francisco Segnini. **O projeto arquitetônico e a qualidade da edificação.** Pós: Revista do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2008. v. 15, n. 24, p. 162-173. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v0i24p162-173>. Acesso em: 18 Ago. 2024.

LEITE, Anderson, Velloso. 2023. **Tomada de decisão de aproveitamento de terreno inclinado para a execução de empreendimento imobiliário com aplicação para estudo de caso no Rio de Janeiro.** Disponível em:

<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/projpoli10039344.pdf>. Acesso em: 10 out. 2024. às 14:22.

NAVARRO, Alexandre G. **Civilizações Pré-Colombianas.** São Paulo: Editora Contexto, 2024. E-book. p.134. ISBN 9786555414745. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555414745/>. Acesso em: 03 nov. 2024.

PINHEIRO, Ana L. da Fonseca B. PINHEIRO, Antônio C. da Fonseca B.; CRIVELARO, Marcos. **Tecnologias Sustentáveis.** Rio de Janeiro: Érica, 2014. E-book. p.77. ISBN 9788536532509. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536532509/>. Acesso em: 03 nov. 2024.

SALMOS, 115. In: **Bíblia sagrada.** Disponível em:

<https://www.bibliaonline.com.br/nvi/sl/115/16>. Acesso em: 15 nov. 2024.

SANTOS, Palloma Ribeiro Cuba dos; DAIBERT, João D. **Análise dos Solos.** Rio de Janeiro: Érica, 2013. E-book. p.33. ISBN 9788536518589. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536518589/>. Acesso em: 16 nov. 2024.

TULER, Marcelo; SARAIVA, Sérgio. **Fundamentos de topografia.** (Tekne). Porto Alegre: Bookman, 2014. E-book. p.198. ISBN 9788582601204. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582601204/>. Acesso em: 03 nov. 2024.