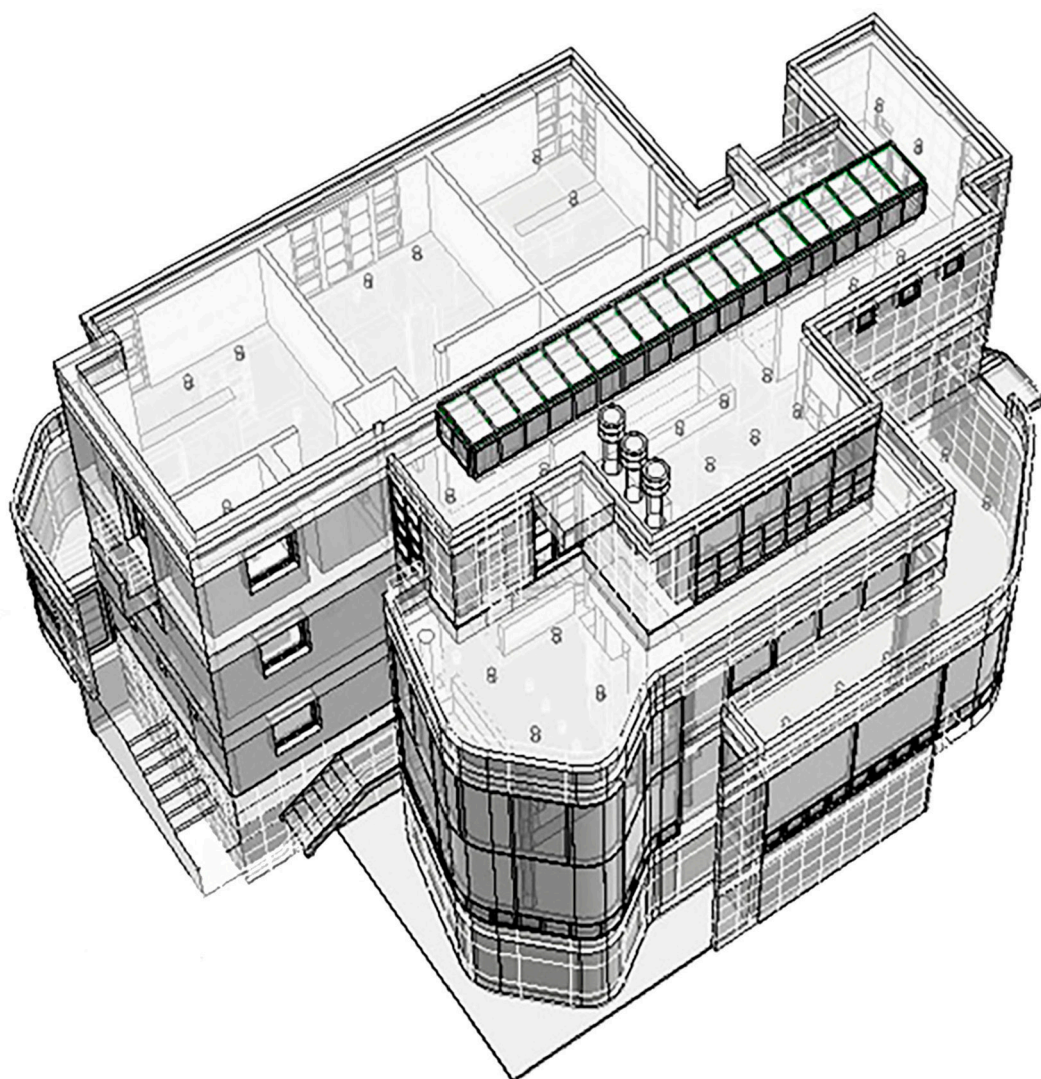


# DESENHO ARQUITETÔNICO auxiliado por computador



DESENHO ARQUITETÔNICO AUXILIADO POR COMPUTADOR

SINVAL XAVIER

DESENHO ARQUITETÔNICO  
auxiliado por computador



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
FURG

Reitor

DANILO GIROLDO

Vice-Reitor

RENATO DURO DIAS

Chefe de Gabinete do Reitor

JACIRA CRISTIANE PRADO DA SILVA

Pró-Reitor de Extensão e Cultura

DANIEL PORCIUNCULA PRADO

Pró-Reitor de Planejamento e Administração

DIEGO D'ÁVILA DA ROSA

Pró-Reitor de Infraestrutura

RAFAEL GONZALES ROCHA

Pró-Reitora de Graduação

SIBELE DA ROCHA MARTINS

Pró-Reitora de Assuntos Estudantis

DAIANE TEIXEIRA GAUTÉRIO

Pró-Reitora de Gestão e Desenvolvimento de Pessoas

LÚCIA DE FÁTIMA SOCOOWSKI DE ANELLO

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

EDUARDO RESENDE SECCHI

Pró-Reitora de Inovação e Tecnologia da Informação

DANÚBIA BUENO ESPÍNDOLA

#### EDITORA DA FURG

Coordenadora

CLEUSA MARIA LUCAS DE OLIVEIRA

#### COMITÊ EDITORIAL

Presidente

DANIEL PORCIUNCULA PRADO

Titulares

ANDERSON ORESTES CAVALCANTE LOBATO

ANDRE ANDRADE LONGARAY

ANGELICA CONCEIÇÃO DIAS MIRANDA

CARLA AMORIM NEVES GONÇALVES

CLEUSA MARIA LUCAS DE OLIVEIRA

EDUARDO RESENDE SECCHI

ELIANA BADIALE FURLONG

GIONARA TAUCHEN

LUIZ EDUARDO MAIA NERY

MARCELO GONÇALVES MONTES D'OCA

MARCIA CARVALHO RODRIGUES

RAÚL ANDRÉS MENDOZA SASSI

Editora da FURG

Câmpus Carreiros

CEP 96203 900 – Rio Grande – RS – Brasil

[editora@furg.br](mailto:editora@furg.br)

Integrante do PIDL

Editora Associada a



Sinval Xavier

DESENHO ARQUITETÔNICO  
auxiliado por computador



Rio Grande

2021

© Sinval Xavier

2021

Diagramação da capa: Anael Macedo

Formatação e diagramação:

João Balansin

Gilmar Torchelsen

Cinthia Pereira

Revisão Linguística: Alexander Severo Córdoba

#### Ficha catalográfica

X3d      Xavier, Sinval.  
Desenho arquitetônico: auxiliado por computador [Recurso  
Eletrônico] / Sinval Xavier. – Rio Grande, RS : Ed. da FURG, 2021.  
115 p. ; il. color

Modo de acesso: <http://repositorio.furg.br>  
ISBN 978-65-5754-058-9 (eletrônico)

1. Desenho 2. Engenharia Civil 3. Arquitetura I. Título.

CDU 744:624

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos – CRB10/2344

## SUMÁRIO

PREFÁCIO .....	9
PARTE 1 – NOÇÕES GERAIS DE DESENHO TÉCNICO .....	10
1.1 O DESENHO COMO FORMA DE EXPRESSÃO .....	10
1.1.1 O Desenho técnico .....	10
1.1.2 A Importância das normas técnicas .....	11
1.2 A GRAFICAÇÃO ARQUITETÔNICA .....	12
1.2.1 As linhas .....	12
1.2.1.1 Espessuras das linhas .....	13
1.2.1.2 Tipos de linhas .....	14
PARTE 2 – O DESENHO ARQUITETÔNICO AUXILIADO POR COMPUTADOR .....	16
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	16
2.2 UTILIDADES DO DESENHO ARQUITETÔNICO AUXILIADO POR COMPUTADOR .....	17
2.3 IMPORTANTES ATRIBUTOS DO DESENHO DIGITAL .....	18
2.3.1 A escala .....	18
2.3.2 A área gráfica ou de desenho .....	19
2.3.3 O desenho em layers (camadas) .....	19
2.3.4 Uso de biblioteca de blocos .....	20
2.3.5 O desenho paramétrico .....	21
2.4 PADRONIZAÇÃO EM DESENHO CAD .....	21
PARTE 3 – OS DESENHOS QUE COMPÕEM O PROJETO ARQUITETÔNICO DE UMA EDIFICAÇÃO.....	24
3.1 PLANTA BAIXA .....	24
3.1.1 Denominação e quantidade .....	26
3.1.2 Escala .....	26
3.1.3 Elementos de uma planta baixa .....	28
3.1.3.1 Paredes .....	28
3.1.3.2 Desníveis e transições de pisos .....	30
3.1.3.3 Elementos em projeção .....	31

3.1.3.4 Esquadrias .....	31
3.1.3.5 Equipamentos fixos .....	33
3.1.3.6 Outros equipamentos .....	33
3.1.3.7 Textos .....	34
3.1.3.8 Pisos .....	35
3.1.3.9 Cotas e referências de nível .....	37
3.1.4 Sequência de montagem de uma planta baixa .....	40
3.2 CORTES .....	44
3.2.1 Posicionamento dos cortes .....	45
3.2.2 Composição do desenho .....	46
3.2.3 Elementos de um corte .....	47
3.2.3.1 Fundações e terreno .....	47
3.2.3.2 Piso e contrapiso .....	48
3.2.3.3 Beirais .....	48
3.2.3.4 Paredes .....	49
3.2.3.5 Lajes e vigas .....	49
3.2.3.6 Esquadrias .....	50
3.2.3.7 Equipamentos fixos .....	51
3.2.3.8 Coberturas .....	51
3.2.3.9 Cotas e referências de níveis .....	63
3.2.4 Sequência de montagem de um corte .....	64
3.3 FACHADAS .....	67
3.3.1 Montagem das fachadas .....	68
3.3.2 Espessuras das linhas .....	69
3.3.3 Uso de blocos .....	70
3.3.4 Uso de hachuras .....	70
3.3.5 Uso de sombras .....	71
3.3.6 Uso de elementos de humanização .....	71
3.3.7 Nomenclatura .....	72
3.4. PLANTA DE LOCALIZAÇÃO .....	73
3.4.1 Elementos gráficos .....	74
3.4.2 Informações .....	74
3.4.3 Escalas de representação .....	75

3.4.4 Espessura dos traços .....	75
3.4.5. Observações gerais .....	75
3.5. PLANTA DE COBERTURA .....	77
3.5.1 Rede pluvial .....	77
3.5.2 Linhas do telhado .....	77
3.5.3 Elementos gráficos .....	79
3.5.4 Informações .....	79
3.5.5 Escalas .....	80
3.5.6 Espessuras dos traços .....	80
3.5.7 Identificação das linhas do telhado .....	80
3.5.8 Localização e cobertura .....	81
3.6 PLANTA DE SITUAÇÃO .....	82
3.6.1 Elementos gráficos .....	82
3.6.2 Informações .....	82
3.6.3 Escalas .....	83
3.6.4 Espessuras dos traços .....	83
3.6.5 Generalidades .....	83
3.7 DETALHES CONSTRUTIVOS .....	85
3.7.1 Exemplos de detalhes construtivos .....	85
3.8 PERSPECTIVAS .....	88
PARTE 4 – ESCADAS .....	90
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	90
4.2 FORMA E DISPOSIÇÃO DOS LANCES DE UMA ESCADA .....	91
4.2.1 Escadas retas .....	91
4.2.2 Escadas curvas .....	92
4.2.3 Escadas mistas .....	92
4.2.4 Escadas com degraus ingrauxidos (escada em leque) .....	93
4.2.4.1 Compensação de degraus ingrauxidos .....	93
4.3 LARGURA DAS ESCADAS .....	94
4.4 DIMENSIONAMENTO DOS DEGRAUS DE UMA ESCADA .....	94
4.4.1 Exemplo do dimensionamento dos degraus .....	95
4.5 PASSAGEM LIVRE .....	96
4.6 TAMANHO DO PATAMAR .....	96



4.7 CORRIMÃO E GUARDA-CORPO .....	97
4.8 REPRESENTAÇÃO DA ESCADA NAS PLANTAS BAIXAS .....	97
4.8.1 Sequência de representação .....	99
4.9 REPRESENTAÇÃO DA ESCADA NOS CORTES .....	100
4.9.1 Sequencia e exemplo de representação .....	101
PARTE 5 – FOLHAS DE DESENHO .....	106
5.1 FORMATO PADRÃO BÁSICO E DERIVAÇÕES .....	106
5.2 MARGENS E QUADRO .....	107
5.3 CONTEÚDO E DISPOSIÇÃO DOS ESPAÇOS NA FOLHA DE DESENHO .....	108
5.4 LEGENDA (CARIMBO OU SELO) .....	109
5.5 OUTROS .....	111
5.6 DOBRAMENTO .....	111
5.7 ORGANIZAÇÃO DOS DESENHOS DAS FOLHAS .....	112
REFERÊNCIAS .....	114

## PREFÁCIO

A presente publicação foi originalmente elaborada como parte do material didático das disciplinas de Desenho Arquitetônico dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Civil Empresarial da Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Seu objetivo é auxiliar os estudantes e novos profissionais de edificações, engenharia e arquitetura a compreenderem e executarem os desenhos de arquitetura com uso de meios e recursos computacionais.

Apesar de farta, a bibliografia de desenho arquitetônico, em geral, encontra-se desatualizada no que se refere as ferramentas de produção gráfica. A maioria dos livros e materiais eletrônicos (incluindo apostilas, apresentações e outros materiais encontrados na internet) tratam o desenho arquitetônico através dos métodos analógicos de representação, ou seja: com o uso de lápis, borracha, esquadros, transferidor, etc.

É sabido que apesar da importância do domínio das técnicas manuais de desenho pelo profissional de arquitetura e engenharia, o desenho de projetos de arquitetura e engenharia já vem a um bom tempo sendo executado quase exclusivamente através de meios computacionais. O uso do computador e dos programas CAD (*Computer Aided Design* ou Desenho Auxiliado por Computador) está inexoravelmente associado a prática profissional de engenheiros e arquitetos e encontra-se presente desde as escolas de engenharia e arquitetura até os grandes escritórios de arquitetura e empresas de construção. Atualmente a maior parte dos cursos de arquitetura e engenharia no Brasil utilizar softwares CAD como instrumentos de ensino e prática do desenho de arquitetura.

Portanto, este livro tem o propósito de suprir a falta de material de estudo acerca do desenho da edificação por meios computacionais. Nele os conceitos e atributos do Desenho Arquitetônico são abordados com referência ao método digital de execução. Todos seus desenhos foram elaborados com o uso de software CAD. Boa parte dos métodos referidos são baseados na prática de desenho do autor, ou seja, até certo ponto possuem um caráter pessoal que pode ou não equivaler aos métodos e processos utilizados por outros profissionais de arquitetura e engenharia.

# PARTE 1 – NOÇÕES GERAIS DE DESENHO TÉCNICO

## 1.1 O DESENHO COMO FORMA DE EXPRESSÃO

Desde suas origens o homem utiliza grafismos e desenhos como meio de comunicação. As primeiras representações que conhecemos são as pinturas rupestres, em que o homem representava não apenas o mundo que o cercava, mas também as suas sensações: alegrias, medos, crenças, danças ... (SCHULER; MUKAI, 2005). Ao longo da história a comunicação através do desenho foi evoluindo e dando origem a duas formas de desenho: o desenho artístico – que pretende comunicar ideias e sensações, estimulando a imaginação do observador; e o desenho técnico – que tem por finalidade a representação dos objetos o mais próximo do possível de suas reais formas e dimensões (SCHULER; MUKAI, 2005).

O desenho é a principal forma de expressão em arquitetura. É através do desenho que se exteriorizam as criações e soluções do projeto arquitetônico, sejam elas um espaço, uma edificação, um conjunto de edificações ou os espaços abertos da edificação e da cidade.

### 1.1.1 O Desenho técnico

O desenho começou a ser usado com um caráter mais técnico de representação do projeto da edificação a partir do Renascimento, em especial nos trabalhos de Brunelleschi e Leonardo Da Vinci. Sem um conhecimento sistematizado na área, os desenhos possuíam um caráter livre, sem normatização. No século XVII, o matemático francês Gaspard Monge (1746-1818) formulou as regras da Geometria Descritiva apresentando um método técnico de representação das superfícies dos objetos tridimensionais sobre o plano bidimensional do papel. A geometria mongeana embasa a técnica do desenho até os dias atuais (SCHULER; MUKAY, 2005).

Com a Revolução Industrial, os projetos das máquinas passaram a necessitar de maior rigor e os diversos projetistas necessitaram de um meio comum para se comunicar. Como consequência, instituíram-se, a partir do século XIX, as primeiras normas técnicas de representação gráfica de projetos (SCHULER; MUKAY, 2005).

O Desenho Arquitetônico é uma especialização do desenho técnico normatizado, voltada para a execução e representação de projetos de arquitetura. Para Schuler e Mukai (2005)

o desenho de arquitetura manifesta-se como o código de uma linguagem estabelecida entre o projetista/desenhista e o leitor do projeto, envolvendo um determinado nível de treinamento em seu uso e compreensão. O Desenho Arquitetônico é uma disciplina fundamental nos períodos iniciais das faculdades de arquitetura e engenharia civil e dos cursos técnicos de edificações.

Como forma de comunicação, os desenhos de arquitetura compõem um documento que contém, em linguagem própria, informações relativas à obra arquitetônica. Esse documento segue normas técnicas de linguagem que definem o significado e a representatividade dos elementos gráficos que o conformam, de forma a poder ser lido e compreendido pelos diferentes profissionais envolvidos no projeto e na construção (SCHULER; MUKAY, 2005).

Com a evolução da computação gráfica e a disseminação dos programas CAD (Computer Aided Design) o desenho arquitetônico, que até pouco tempo atrás era desenvolvido exclusivamente com o uso de recursos analógicos, passou a ser majoritariamente executado no computador. Apesar da mudança de instrumental, os elementos do desenho conservam a maioria dos padrões técnicos e gráficos do método anterior. Os traços e os demais elementos gráficos contidos no desenho de arquitetura devem possuir expressividade e representatividade, bem como conter todas as informações necessárias para a construção do objeto, independentemente do método utilizado.

### **1.1.2 A Importância das normas técnicas**

Como forma de comunicação e transmissão do projeto de arquitetura, é necessário que todos os profissionais envolvidos na execução da obra compreendam de forma clara e inequívoca as ideias e concepções do projetistas representadas através dos desenhos que o compõe. O projeto de uma edificação não se restringe a concepção arquitetônica. O projeto arquitetônico é complementado pelo projeto estrutural e pelos projetos das instalações (água, luz, esgoto, entre outros). Para os diferentes projetos possam ser compatibilizados e executados é necessário que se apresentem através de uma linguagem padronizada e conhecida por todos os envolvidos.

A normatização dos desenhos de arquitetura tem a função de estabelecer regras e conceitos universais de representação gráfica. Através de uma simbologia específica e pré-determinada, o desenho normatizado permite a representação e a comunicação técnica e precisa do objeto que é ou o que se tornará real (SCHULER; MUKAY, 2005).

A linguagem gráfica do desenho técnico é regulada internacionalmente pela *International Organization for Standardization* – ISO, mas em geral cada país, de acordo com suas necessidades, particularidades e interesses, elabora suas próprias normas. No Brasil, as normas são aprovadas, editadas e publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. A norma para o desenho arquitetônico é a NBR 6492 – Representação de Projetos de Arquitetura (ABNT, 1994) a qual é complementada por outras normas, tais como a NBR 16752 – Requisitos para apresentação em folhas de desenho (ABNT, 2020b). Cabe ressaltar que a NBR 6492 foi elaborada em 1994, época em que os desenhos de arquitetura eram elaborados quase exclusivamente de forma analógica. Sendo assim, alguns exemplos e guias de representação contidos na norma apresentam um nível de simplificação que foram superados no desenho digital.

## 1.2 A GRAFICAÇÃO ARQUITETÔNICA

Os desenhos que compõem o projeto da edificação, em especial o executivo, deve estar devidamente organizado dentro de pranchas padronizadas com as devidas margens e contendo carimbo (selo) com todas as informações necessárias, conforme a NBR 16752 (ABNT, 2020b). Os desenhos devem conter traços homogêneos, com espessuras diferenciadas que identifiquem e facilitem a compreensão dos elementos representados. Textos com caracteres técnicos claros e bem dimensionados, que não gerem dúvidas ou dupla interpretação. Dimensões e demais indicações que permitam a boa leitura e perfeita execução da obra.

### 1.2.1 As linhas

As linhas são os principais elementos gráficos do desenho arquitetônico. Além de definirem o formato, dimensões e posicionamento das paredes, portas, janelas, pilares, vigas, escadas, etc., também informam as características e dimensões de cada elemento projetado. Sendo assim, deverão estar perfeitamente representadas no desenho.




As linhas de um desenho normatizado devem ser regulares, legíveis (visíveis) e devem possuir contraste umas com as outras. Nas plantas, cortes e fachadas, para sugerir profundidade, as linhas sofrem uma gradação no traçado em função do plano onde se encontram. As linhas em primeiro plano (plano mais próximo) serão sempre mais grossas e escuras, enquanto as do segundo e demais planos visualizados (mais afastados) serão

menos intensas. Também se diferem as espessuras das linhas dos elementos seccionados (transpassados pelos planos de corte) das linhas dos elementos em vista (que estão além do plano de corte), representando-se com maior intensidade visual os primeiros (elementos em seção) em relação aos últimos (elementos em vista).

### 1.2.1.1 Espessuras das linhas

As espessuras das linhas utilizadas no desenho arquitetônico podem ser classificadas em grossas, médias e finas. As espessuras variam conforme o uso (elemento representado) e a escala de representação.

Tabela 1 – Espessuras das linhas

TRAÇO	ESPESSURA	TIPO DE LINHA	PRINCIPAIS USOS
GROSSO 	0,5 mm a 1,0 mm	Principais/secundárias	Linhas que estão sendo cortadas (perfil)
MÉDIO 	0,25 mm a 0,45 mm	Secundárias	Linhas em vista/elevação
FINO 	0,05 mm a 2,0 mm	Terciárias	Linhas auxiliares/cotas/ /hachuras/ pisos

Fonte: Modificado de SCHULER; MUKAY, 2005

**Traço grosso:** As linhas grossas e escuras são utilizadas para representar, nas plantas baixas e cortes, as paredes e os elementos estruturais (pilares, vigas, lajes) interceptados pelo plano de corte.

**Traço médio:** as linhas de espessura médias, representam elementos em vista, ou seja, tudo que esteja abaixo (planta baixa) ou a além (cortes) do plano de corte, como peitoris, soleiras, mobiliário, ressaltos no piso, vãos de aberturas, paredes em vista, etc. Também são utilizadas para representar elementos seccionados de pequenas dimensões, tais como marcos e folhas de esquadrias.

**Traço fino:** as linhas finas são utilizadas principalmente para representar hachuras e texturas, tais como as que representam os elementos de concreto e madeiras, e as que representam os pisos e paredes revestidas, por exemplo, com pedras e cerâmicas. Também são utilizadas para representar as linhas de cotas e de chamadas.

Nas representações das fachadas (elevações) de uma edificação são utilizadas linhas de diversas espessuras, que, entre outros fatores, variam seu traçado conforme: a distância relativa dos planos de fachadas ao observador; representarem contornos de planos ou linhas internas aos mesmos; representarem vãos ou elementos internos e externos a esses, etc.

### **1.2.1.2 Tipos de linhas**

#### 1. Linhas de contorno – Contínuas

A espessura varia com a escala e a natureza do desenho, exemplo:

————— (± 0,5 mm)

#### 2. Linhas internas – Contínuas

De menor valor que as linhas de contorno, exemplo:

————— (± 0,4 mm)

#### 3. Linhas de elementos em seção – Contínuas

A espessura varia com a escala e as dimensões do elemento seccionado, exemplo:

————— (± 0,6 mm)

#### 4. Linhas de elementos não visíveis situadas além do plano do desenho - Tracejadas

Mesmo valor que as linhas de eixo.

----- (± 0,2 mm)

#### 5. Linhas de projeção - Traço e dois pontos

São indicadas para representar projeções de pavimentos superiores, marquises, balanços, etc.

..... (± 0,3 mm)

#### 6. Linhas de eixo ou coordenadas – Traço e ponto

Com espessura inferior às linhas internas e com traços longos.

— . — . — . — . — . — (± 0,3 mm)

## 7. Linhas de cotas, indicações e chamadas – contínuas

Com espessura inferior à linha de eixo ou coordenadas

————— (± 0,1 mm)

É comum, na prática, observar-se o uso de linhas tracejadas (4) na representação de elementos em projeção ao invés da linha traço e dois pontos recomendada pela NBR 6492 (ABNT, 1994).



## PARTE 2 – O DESENHO ARQUITETÔNICO AUXILIADO POR COMPUTADOR

O desenho de uma obra ou projeto de arquitetura – Desenho Arquitetônico – sofreu diversas transformações com a passagem do método tradicional para o desenho computadorizado, ou desenho auxiliado por computador. A mudança não é somente instrumental, atinge conceitos e a própria forma de se desenhar, ou seja, a técnica gráfica (XAVIER, 2004).

O desenho auxiliado por computador (CAD) não se limita unicamente a própria representação. O desenho digital pode conter muito mais informação acerca de um projeto ou de um edifício daquela eventualmente impressa em uma apresentação. No desenho digital a representação passa a ser parte de uma informação maior. O desenho possui uma versatilidade e potencialidade de uso e informação que o coloca em outra dimensão quando comparado ao desenho tradicional.

### 2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Desde 1962, quando em Massachussetts Ivan Sutherland divulgou o primeiro programa capaz de desenhar uma linha na tela do computador, até hoje, a chamada Computação Gráfica, e mais especificamente a subárea voltada à criação e manipulação de desenhos técnicos e projetos, passou por um acelerado processo evolutivo.

Segundo Sainz e Valderrama (1992), por uma questão mercadológica as primeiras aplicações constituíam-se de programas gráficos não especializados desenvolvidos para o desenho técnico em geral e voltadas para a produção industrial. Por muito tempo, diziam estes autores, não se fez diferença entre o desenho por computador e o desenho de arquitetura por computador, ficando a informática gráfica para arquitetura como um subproduto dos desenvolvimentos pensados para outros campos de atividades.

Esta situação mudou com o aparecimento dos PCs (ou computadores pessoais) e a subsequente queda nos custos dos equipamentos, que tornou a informática gráfica acessível ao trabalho de arquitetura. Este fator determinou o surgimento de um novo e potencial mercado consumidor, não só formado por arquitetos, mas por profissionais de diversas áreas da engenharia e da gráfica, que antes tinham poucas possibilidades de acesso às caras estações gráficas. Com a nova demanda surgiu à conseqüente

comercialização de programas gráficos de todos os tipos, alguns deles voltados especificamente à arquitetura.

O aparecimento de programas cada vez mais especializados na arquitetura, tanto para automatização dos desenhos como para o auxílio ao projeto em si, com grande diversidade de enfoques, acabaram por determinar ao usuário uma escolha antecipada de qual método de trabalho se adapta melhor a sua forma de projetar e desenhar (SAINZ e VALDERRAMA, 1992). Alguns programas são pouco flexíveis quanto à forma de usos de seus recursos, impondo ao usuário uma metodologia de trabalho que conflita com sua forma de projetar e desenhar.

Sendo assim, a escolha do programa CAD passou a ser ponto chave na informatização dos processos de trabalhos gráficos dos arquitetos, estudantes e desenhistas de arquitetura, pois o programa, em si mesmo, implica em um método de trabalho que determinará a futura forma de desenhar do usuário (SAINZ; VALDERRAMA, 1992).

## **2.2 UTILIDADES DO DESENHO ARQUITETÔNICO AUXILIADO POR COMPUTADOR**

Apesar da produção e impressão de imagens estáticas, no molde do desenho tradicional, ser um dos principais objetivos ao se utilizar um programa CAD, a sua utilidade não se limita a representação gráfica. A informação contida no computador é muito mais ampla e potencialmente útil do que as imagens e impressões que dela possam resultar. Um conjunto de plantas, por exemplo, pode servir não só para apresentação do projeto arquitetônico, como também para o desenvolvimento e apresentação de quase todos os projetos complementares a este.

Entre os diversos atributos que identificam o desenho digital e o distinguem do tradicional, destacam-se seu dinamismo, globalidade e variabilidade. Ao contrário dos desenhos tradicionais que somente representam uma parte da realidade global de um objeto a partir de uma determinada condição espaço-tempo, o desenho digital por conter a informação completa acerca da geometria do edifício, possibilitando sua representação através de qualquer condição ou posição espacial escolhida. As representações gráficas serão únicas, porém com uma simples troca de parâmetros é possível obter um número ilimitado de visualizações (SAINZ; VALDERRAMA, 1992). A possibilidade de, através do

encadeamento de imagens estáticas, se obter imagens dinâmicas (dentro das chamadas animações) traz a incorporação da dimensão temporal a representação do edifício através do movimento relativo do observador.

Assim, as diversas representações obtidas a partir do desenho digital, principalmente do tridimensional, passam a ser parte de uma informação maior, ou seja, pelo menos em teoria o objeto arquitetônico está completamente documentado e as imagens visualizadas ou impressas são partes dessa informação (SAINZ; VALDERRAMA, 1992).

## **2.3 IMPORTANTES ATRIBUTOS DO DESENHO DIGITAL**

Além da inserção de novos elementos, tais como as camadas, as bibliotecas de blocos e as parametrizações, a passagem do desenho tradicional para o digital significou uma mudança significativa em alguns dos principais e conhecidos atributos do desenho de arquitetura, tais como à escala e a área de desenho.

### **2.3.1 A escala**

No desenho tradicional, a escala, seja ela absoluta, como nas projeções ortogonais (tais como corte, fachadas, plantas baixas) e nas axonometrias, ou relativa, como nas perspectivas cônicas, é um dado fundamental da representação. A escala tem de ser previamente definida antes da representação, e sua alteração, no meio ou no fim do processo, representa o redesenho de tudo que o que já foi representado.

No CAD a definição prévia da escala deixou de ser necessária. O projetista ou desenhista não trabalha mais com medidas previamente escaladas. Representa os elementos da edificação através de suas medidas reais. Sendo assim, o mesmo desenho pode ser impresso em mais de uma escala, desde que configurados os parâmetros de impressão e ajustadas as propriedades de alguns elementos, tais como as espessuras das linhas, o nível de detalhamento dos objetos e a altura dos textos.

Enquanto o desenho digital é executado, ou seja, antes de sua impressão, a escala é uma simples questão de proporções entre os elementos que vemos na tela do computador. Aproximamos e afastamos o desenho conforme a necessidade, alterando a escala visual, mas mantendo sua proporção e, principalmente, a unidade de medida do desenho. Em relação a esta última, cabe destacar que embora alguns profissionais utilizem o centímetro

como unidade de medida, a NBR 6492 (ABNT, 1994) é clara ao determinar que as cotas do desenho devem ser indicadas em metros (m) para as dimensões iguais ou superiores a 1 metro e em centímetro para as dimensões inferiores a 1 metro. Logo, a unidade lógica para o desenvolvimento e representação de projetos de arquitetura é o metro e não o centímetro (o qual é adequado, por exemplo, ao desenho de mobiliário).

### **2.3.2 A área gráfica ou de desenho**

Diferentemente do processo tradicional, onde o espaço do desenho está limitado pelo tamanho da folha de papel, no desenho digital à área gráfica não possui um tamanho definido, e seus limites podem ser configurados para qualquer tipo ou organização de desenho. Este recurso possibilita o desenho de objetos das mais diferentes dimensões no mesmo espaço gráfico. Desta forma o desenhista pode representar um detalhe do edifício, o próprio edifício, a quadra na qual esse se situa, o entorno dessa quadra, ou seja, objetos de diferentes escalas de medidas em uma mesma área ou espaço de desenvolvimento do modelo.

Outra característica importante da área ou espaço de desenho e/ou modelagem é, no caso dos programas com suporte 3D, sua tridimensionalidade. Sendo o espaço tridimensional, os objetos podem ser representados não apenas através de suas projeções em um único plano de trabalho (plano de desenho ou projeção), mas através de suas alturas, larguras e profundidades, utilizando-se o sistema cartesiano triaxial de coordenadas.

### **2.3.3 O desenho em *layers* (camadas)**

Os programas CAD possibilitam a organização dos vários elementos de um desenho de arquitetura em distintas camadas (*layer*). Este recurso permite o agrupamento das geometrias de acordo com os elementos do desenho que representam, ou seja, em temas. Assim, por exemplo, as linhas, arcos, círculos e outros elementos geométricos que representam as paredes de uma planta baixa, podem fazer parte de uma única camada, nomeada de forma a identificar os elementos do desenho que a compõe (paredes ou alvenarias).

A organização do desenho em camadas possibilita uma série de operações que facilitam o processo de desenvolvimento, representação e compartilhamento do projeto de arquitetura. Além disto, o uso de camadas facilita a sobreposição sobre uma mesma base (como por

exemplo a planta baixa) de diversos temas referentes a edificação, auxiliando, por exemplo, o cruzamento e a compatibilização entre os diferentes projetos da edificação (arquitetônico, estrutural, elétrico, etc.).

A potencial utilização de camadas, por outro lado, determina ao projetista/desenhista estabelecer ou incorporar uma metodologia para os nomes e as cores dessas. A definição de uma metodologia (própria ou sistema padronizado) é fundamental para integração e compartilhamento de desenhos e projetos, seja entre os profissionais de um mesmo escritório ou entre diferentes escritórios e empresas que participem do desenvolvimento do projeto e/ou na execução da obra.

A necessidade de padronização nos desenhos e projetos digitais de arquitetura, de forma a facilitar a intercambialidade da informação entre profissionais e projetos, deu origem a algumas discussões, estudos e trabalhos no Brasil. O mais significativo deles é o da AsBEA (Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura), a qual propõe, baseado no modelo das normas americanas/canadense e europeias, um sistema de nomenclatura de *layers*, diretórios, e arquivos de projetos (ASBEA, 2000).

### **2.3.4 Uso de biblioteca de blocos**

Outro significativo recurso do desenho auxiliado por computador é a utilização de blocos ou gabaritos eletrônicos (em analogia aos gabaritos do desenho analógico) para representação de elementos do desenho arquitetônico. Com o uso de blocos a representação de elementos repetitivos, tais como as esquadrias ou os equipamentos sanitários, necessitam ser realizadas uma única vez e, por consequência, podem ter um nível de detalhamento maior se comparado ao desenho analógico e aos gabaritos apresentados na NBR 6492 (ABNT, 1994). Após estruturados e armazenados como um bloco os elementos podem ser utilizados inúmeras vezes em um ou mais projetos. Na internet é possível obter uma infinidade de blocos com a representação de elementos do desenho de arquitetura, possibilitando ao projetista/desenhista ampliar a sua biblioteca na medida de sua necessidade.

Por outro lado, em geral, o uso de blocos não elaborados pelo projetista/desenhista demanda edição para padronização das camadas, cores e, em alguns casos, o nível de detalhamento dos elementos representados. É necessário o ajuste dos nomes das camadas e das cores utilizadas, para que essas sigam a metodologia estabelecida pelo

projetista/desenhista. Os programas CAD mais difundidos entre os estudantes e profissionais utilizam um sistema de estilo de impressão vinculado a cor do objeto. Este sistema determina que elementos de mesma cor sejam impressos com a mesma espessura. Sendo assim, pode haver conflito entre as cores presentes nos elementos do bloco e relação entre cor e espessura utilizada pelo desenhista. Assim, por exemplo, um desenhista que utiliza por padrão a cor branca para representar as paredes seccionadas de uma planta baixa ou de corte, estará associando essa cor a uma espessura grossa de linha. Ao utilizar um bloco cujos elementos foram desenhados na mesma cor, mas que deva ser representado por linhas de espessura média e/ou fina, haverá um conflito entre cor e espessura. O mesmo poderá ocorrer também em relação ao nome das camadas que podem ser totalmente diferentes do padrão estabelecido pelo desenhista.

### **2.3.5 O desenho paramétrico**

As gerações recentes de programas CAD incorporam, em maior ou menor grau, recursos para parametrização dos desenhos. O desenho paramétrico permite o desenvolvimento e alteração dos projetos por meio da especificação ou alteração de parâmetros associados as geometrias e objetos, tais como distâncias, ângulos e relações espaciais (paralelismos, tangenciamento, etc.) e outras características associadas ou associáveis aos objetos.

No campo projetual da arquitetura os parâmetros são capazes de codificarem e quantificarem opções e variáveis disponíveis em um sistema. Assim sendo, na arquitetura paramétrica o projetista se utiliza de parâmetros e suas inter-relações para a definição de uma forma geométrica, onde o desenho do objeto é substituído pelo desenho do processo que gera o objeto (PORTAL 44, 2017). No desenho bidimensional parâmetros são utilizados como restrições associadas às geometrias os quais podem controlar tanto relacionamento entre os objetos quanto os valores de distância, comprimento e distância entre eles. Os blocos dinâmicos são exemplos da aplicação de parâmetros restritivos que agregam recursos e potencializam o uso da representação.

## **2.4 PADRONIZAÇÃO EM DESENHO CAD**

Conforme Ruggeri (2004), a adoção de recursos de informática no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia trouxe consigo grandes avanços em termos de custos, tempo, qualidade e intercambialidade dos trabalhos. Porém, a maciça e desorganizada

disseminação destes recursos gerou uma série de problemas de ordem organizacional e gerencial no processo de produção dos serviços e produtos. Antes da adoção de recursos de informática na produção de projetos de engenharia e arquitetura, tinha-se um sistema de trabalho com poucos recursos, difundido e normalizado em seus aspectos primordiais (RUGGERI, 2004). Com a disseminação dos programas CAD e seus inúmeros e diferenciados recursos gráficos e computacionais cada usuário passou a criar seus trabalhos utilizando-se dos meios que mais lhe agradavam ou eram úteis, da forma que melhor lhe convinha ou que lhe era ensinada. A organização na utilização dos recursos gráficos computacionais dependia apenas da vontade de cada usuário, não seguindo nenhuma regra (RUGGERI, 2004).

Os problemas advindos dessa “livre organização” na utilização dos recursos dos programas de desenho/projeto são diversos e atingem principalmente o processo de comunicação que ocorre nos diferentes níveis e etapas de desenvolvimento dos projetos de uma edificação (RUGGERI, 2004). O problema de comunicação pode se dar, principalmente, entre os diversos intervenientes no processo projetual, mas pode atingir até mesmo os produtos (desenhos/projetos) de um único usuário. O meio digital permite a fácil intercambialidade entre desenhos/projetos e profissionais, mas essa facilidade encontra uma forte barreira na falta de padronização entre os desenhos. Admitindo-se que o problema se situa na etapa de codificação (e sua conseqüente decodificação) do processo de comunicação deve-se buscar uma solução nas definições de códigos (RUGGERI, 2004).

Para Ruggeri (2004), é interessante que a definição de um código (para que esse possa ser abrangente) seja feita com base no que é mais sugestivo em termos de compreensão. Em outras palavras: a nomeação de arquivos, por exemplo, deve ser feita por meio de um código que possa dar ideia do seu conteúdo; a organização de camadas de desenho, em arquivos gráficos, deve ser feita de forma a possibilitar a compreensão do conteúdo de cada uma através de seu nome, etc. Para que este processo de codificação possa ser facilmente adaptável e aceito de uma forma geral ele deve ser intuitivamente compreensível. Isto indica que sua definição precisa ser baseada em conceitos e termos correntes. Por outro lado, assevera o autor, a codificação deve considerar a mudança cultural incluída na adoção de recursos de informática (RUGGERI, 2004).

O estabelecimento de códigos generalizados, na prática, nada mais é que a adoção de padrões de trabalho (RUGGERI, 2004). Ao contrário do que possa parecer, a definição de

padrões de trabalho não torna o processo de codificação estático no tempo. Muito pelo contrário. A adoção de um padrão significa o reconhecimento de um consenso a respeito de uma proposta para organização de procedimentos do processo produtivo (RUGGERI, 2004). Este consenso é a base para o desenvolvimento e adaptação destes padrões. Ou seja, é um ponto de partida. A utilização dos mesmos conduzirá ao seu próprio aprimoramento, adaptando-se e englobando novos recursos (RUGGERI, 2004).

Diversos trabalhos foram desenvolvidos neste sentido, destaca-se o da ASBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura, que serviu como base para outros estudos. O trabalho da ASBEA propõe a padronização dos nomes de *layers*, diretórios e arquivos e sugere a adoção do seguinte esquema de cores/espessuras de plotagem (ASBEA, 2000).

Tabela 2 – Relação cor/espessura no desenho auxiliado por computador

Cor (número)	Espessura (mm)	Cor de Plotagem	Uso
1 – Red	0.1	Black	Usadas para os elementos principais da representação, impressos em preto
2 – Yellow	0.2		
3 – Green	0.3		
4 – Cyan	0.4		
5 – Blue	0.5		
6 – Magenta	0.6		
7 – White	0.7		
8	0.09		
9	0,09		
10 a 249	0.25	Na própria cor ( <i>object color</i> )	Para elementos impressos coloridos
250 a 255	0.1 a 0.2	Na própria cor ( <i>object color</i> )	Para elementos impressos em tons de cinza

Fonte: ASBEA (2000)

Outro trabalho que merece ser consultado é o Manual de Referência para Padronização de Projetos em CAD desenvolvido com base no trabalho da ASBEA pelo Sindicato da Indústria da Construção no Estado de Goiás - SINDUSCON-GO, Federação das Indústrias do Estado de Goiás – FIEG, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, e Faculdade de Tecnologia SENAI de Desenvolvimento Gerencial – FATESG e publicado pelo SENAI/FATESG em 2007 (SINDUSCON-GO, 2007).



## PARTE 3 – OS DESENHOS QUE COMPÕEM O PROJETO ARQUITETÔNICO DE UMA EDIFICAÇÃO

Na representação dos projetos de edificações são utilizados os seguintes desenhos:

- ▶ Planta(s) baixa(s)
- ▶ Cortes
- ▶ Fachadas (ou Elevações)
- ▶ Planta de Localização
- ▶ Planta de Cobertura
- ▶ Planta de Situação
- ▶ Desenhos de Detalhes
- ▶ Perspectivas

### 3.1 PLANTA BAIXA

A Planta baixa é genericamente uma vista ortográfica seccional do tipo corte feita em cada pavimento através de um plano projetante secante horizontal imaginário, posicionado de maneira a seccionar o maior número possível de elementos, normalmente em uma altura entre as vergas das portas e os peitoris das janelas (média 1.50m).

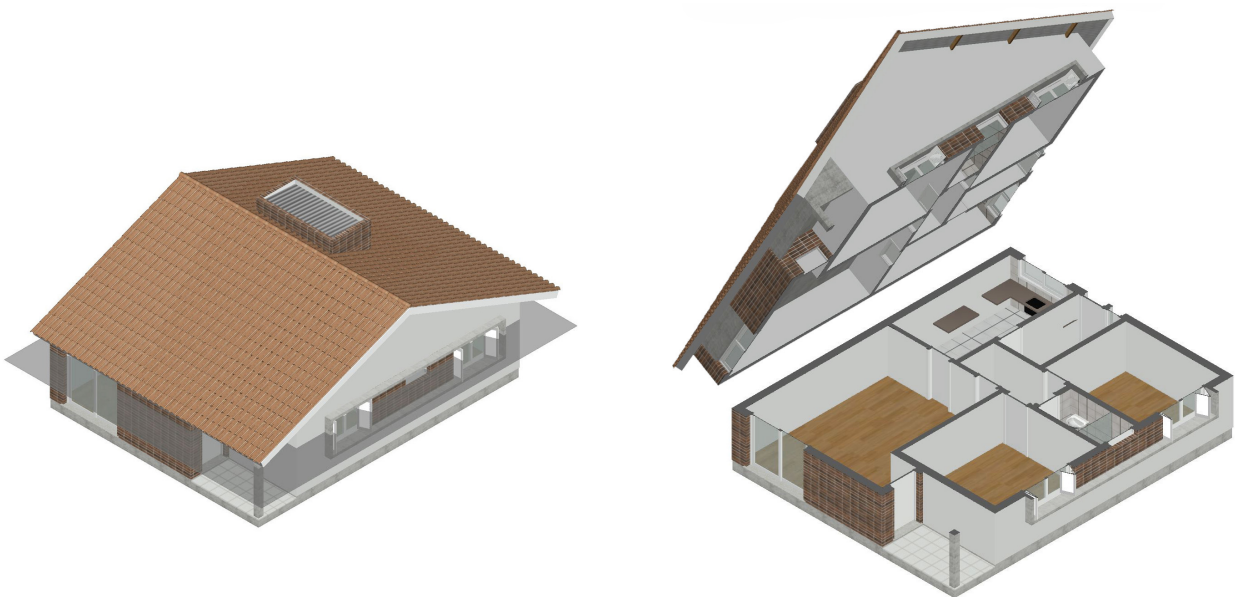


Figura 1 – esquema do corte horizontal que gera a planta baixa. Fonte: Autor

A porção da edificação acima do plano de corte é eliminada e representa-se o que um observador imaginário posicionado a uma distância infinita veria ao olhar do alto a edificação cortada. Esta representação é acompanhada de todas as informações necessárias a correta execução da edificação. Veja a seguir, como exemplo, a representação da planta baixa da edificação da Figura 1.

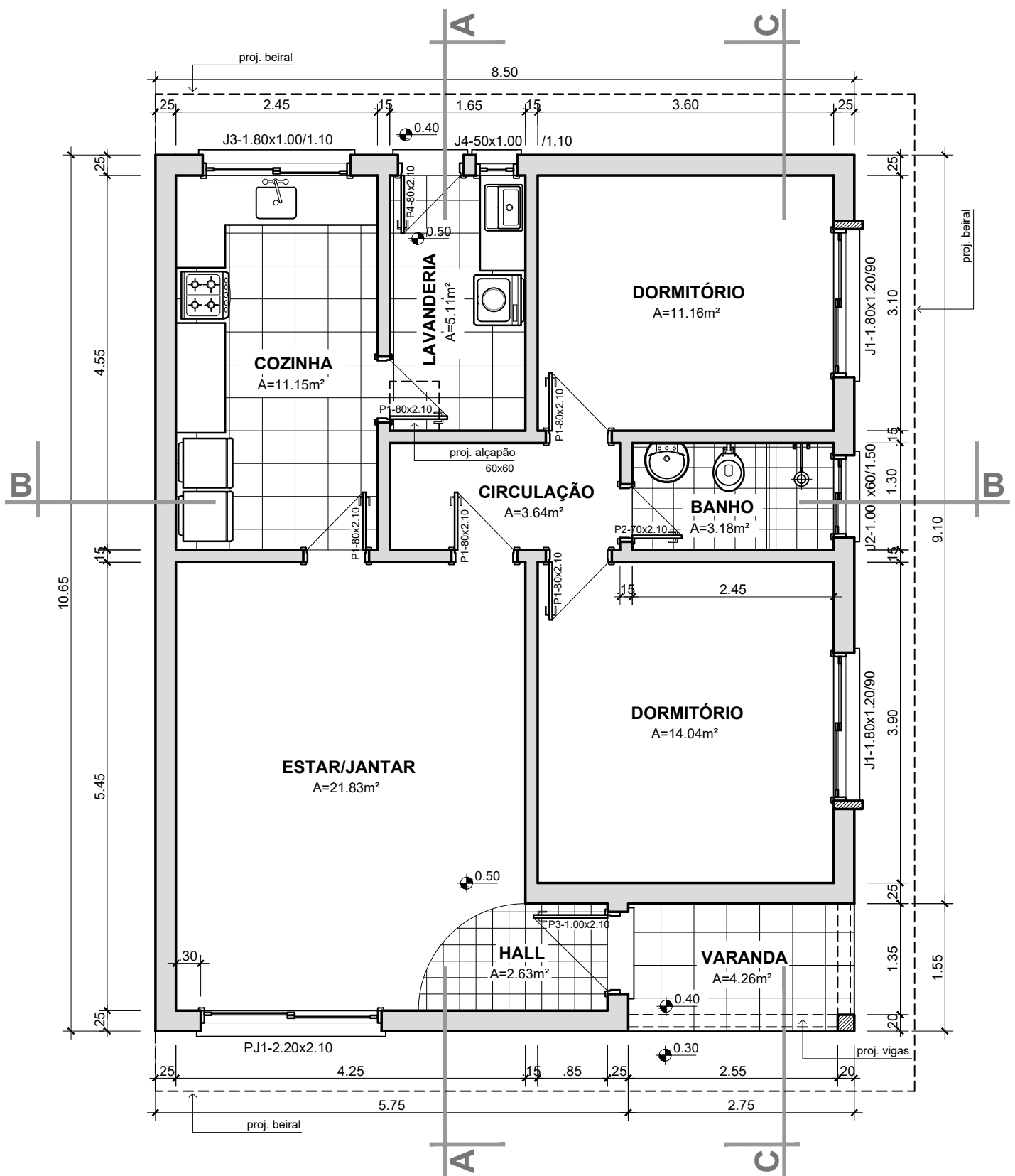


Figura 2 – Exemplo de uma planta baixa. Fonte: Autor

### 3.1.1 Denominação e quantidade

Qualquer construção de um único piso terá a necessidade óbvia de uma única planta baixa, que será denominada simplesmente de “PLANTA BAIXA”.

Em construções com vários pavimentos será necessária uma planta baixa para cada pavimento arquitetonicamente distinto. Vários pavimentos iguais terão como representação uma única planta baixa, que neste caso será denominada de “PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO TIPO”.

Quanto aos demais pavimentos, o título da planta inclui a denominação do piso. Por exemplo, planta baixa do 1º pavimento (ou pavimento térreo), planta baixa do segundo subsolo, planta baixa da cobertura, planta baixa da sobre loja, e assim por diante. Para adequação a norma NB-140, são utilizadas as denominações “PISO” e “PAVIMENTO”. Não podendo ser empregada a terminologia “ANDAR”.

A denominação do número é dada:

- ▶ nos subsolos 1, 2, 3, etc. no sentido de quem desce; e
- ▶ nos pavimentos 1 (ou térreo), 2, 3, etc. no sentido de quem sobe.

### 3.1.2 Escala

A escala usual para impressão (representação) das plantas baixas é a de 1:50. Ocorre que para determinadas edificações, em função de suas dimensões, essa escala pode ser muito grande e de difícil impressão. Nesses casos, costuma-se utilizar as escalas de 1:75 e 1:100. Escalas menores do que estas, em projetos executivos, não devem ser utilizadas, sendo preferível a representação (impressão) da planta baixa por partes através de pranchas articuladas. Escalas maiores do que 1:50, como por exemplo 1:20 e 1:25, são utilizadas para representação de plantas baixas de compartimentos e/ou áreas da edificação que por suas características necessitem de um maior detalhamento construtivo, o que geralmente é feito em desenho(s) a parte (que compõem as pranchas de detalhes).

Como já foi dito, no CAD a definição prévia da escala deixou de ser imprescindível, pois os objetos são representados através de suas reais dimensões, escolhendo-se para isso uma unidade de medida (o metro no caso do desenho arquitetônico). Posteriormente o desenho pode ser impresso em mais de uma escala mediante a configuração dos parâmetros de

impressão (especialmente as espessuras) e ajuste na altura dos elementos textuais e no nível de detalhamento de determinados objetos.

No que se refere aos textos, esses devem manter seu principal requisito, qual seja: a legibilidade. Um texto configurado para impressão na escala 1:50 não deve ser impresso na escala 1:100, pois restaria muito pequeno e de difícil leitura. Desta forma, existe a necessidade de reconfiguração dos elementos textuais para diferentes escalas de impressão. Recursos como os textos e cotas que se adaptam a mudança na escala devem ser utilizados com cautela, pois a relação entre a mudança na altura do texto e a mudança na escala de impressão nem sempre é direta, pois deve-se considerar a relação entre o tamanho do texto e o tamanho do elemento do desenho associado ao mesmo. O nome dos compartimentos é um exemplo desta questão: ao se passar da escala 1:50 para a escala 1:100, por exemplo, os programas CAD duplicam a altura do texto. Neste caso, o texto pode ficar desproporcionalmente grande em relação ao tamanho do compartimento a que está associado.

As espessuras das linhas também devem ser configuradas de forma distinta para diferentes escalas de impressão, obedecendo-se a regra de que quanto menor a escala, menores são as espessuras das linhas. A seguir é apresentada uma referência de relações entre espessuras (em milímetros) de linhas para as escalas de 1:50, 1:75 e 1:100.

Tabela 3 – Espessuras das linhas para diferentes escalas do Desenho Arquitetônico

	1:50	1:75	1:100
1 - Red	0,1	0,1	0,1
2 - Yellow	0,2	0,15	0,13
3 - Green	0,3	0,25	0,2
4 - Cyan	0,4	0,35	0,25
5 - Blue	0,5	0,4	0,3
6 - Magenta	0,6	0,5	0,4
7 - White	0,7	0,6	0,45
8	0,09	0,09	0,09
	0,09	0,09	0,09

Fonte: autor

Todas as espessuras, espaçamento de linhas, tamanhos de textos, entre outros, aqui sugeridos, são para a escala 1:50 (utilizando-se o metro como unidade de medida). Para outras escalas deve-se utilizar os fatores de conversão indicados.

### 3.1.3 Elementos de uma planta baixa

Os elementos de uma planta baixa podem ser divididos em:

a) **Elementos Construtivos:** Paredes e elementos estruturais; aberturas (portas, janelas, portões, etc.); pisos e seus componentes (degraus, rampas, escadas, etc.); equipamentos fixos (aparelhos sanitários, armários, lareiras, etc.); aparelhos móveis de porte (fogões, geladeiras, máquinas de lavar, etc.) e elementos de importância não visíveis (dutos de ventilação, reservatórios, etc.).

b) **Informações:** Nome dos compartimentos, áreas úteis dos compartimentos, níveis, posições dos planos de corte vertical, dimensões das aberturas, cotas, e outras informações.

#### 3.1.3.1 Paredes

As paredes seccionadas pelo plano que gera a planta baixa, são representadas através de linhas paralelas de espessura grossa. Podem aparecer preenchidas ou não por textura sólida (cor) e/ou com a representação do revestimento das alvenarias (reboco ou outros). A seguir são apresentadas as representações dos tipos mais comuns de paredes.

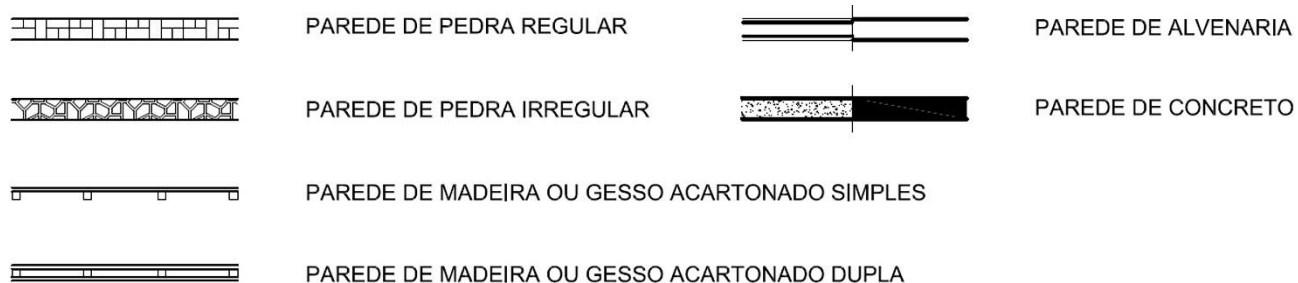
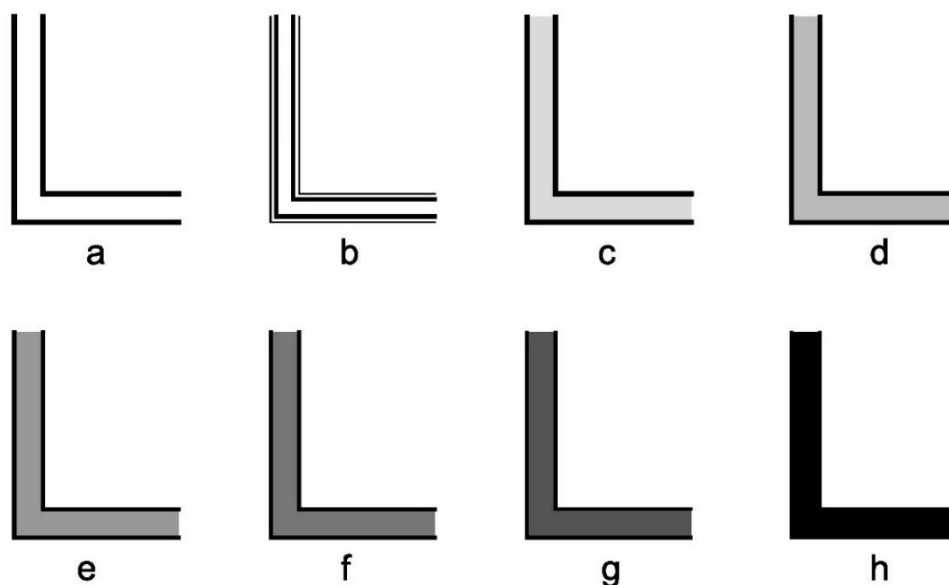


Figura 3 – Exemplos de representação de diferentes tipos de paredes. Fonte: autor

Caso o projetista/desenhista utilize cores para assinalar diferentes tipos de paredes (em relação aos materiais, revestimentos, espessuras, entre outros), deve ter cuidado para não utilizar cores que geralmente são associadas aos diferentes estados paredes em projetos de reforma e/ou ampliação (paredes a demolir, paredes a conservar, paredes a construir) pelos códigos de obras municipais.

De toda a forma, a diferenciação de tipos de paredes por cores e/ou hachuras deve sempre estar acompanhada da respectiva legenda. A seguir são apresentadas variações na representação e no tom da cor (tom de cinza) de paredes de alvenaria.



Figuras 4 – Variações na representação de paredes de alvenaria. Fonte: autor

É recomendável diminuir a espessura das linhas conforme o tom de cinza utilizado: quanto mais escuro, mais fina devem ser as linhas de contorno. Preto somente deve ser utilizada para escalas pequenas (1/100 ou menor), pois na escala 1/50 esta cor confere a representação das paredes um “peso” visual excessivo. A seguir é apresentada tabela com as espessuras de linhas e as cores utilizadas no exemplo anterior (escala 1/50).

Tabela 4 – Espessuras para as diferentes variações de representações de paredes de alvenaria

Exemplos	Espessura da linha de alvenaria (mm)	Espessura da linha do reboco (mm)	Cor da textura (index color)
a	0.70		
b	0.55	0.20	
c	0.65		254
d	0.60		253
e	0.53		252
f	0.50		251
g	0.45		250
h	0.40		255 (black)

Fonte: autor

Paredes baixas (menor do que 1.50m de altura) não são cortadas pelo plano e por consequência são representadas em vista, com linhas de espessura média. As paredes altas e baixas são representadas com linha de separação, conforme exemplo abaixo.

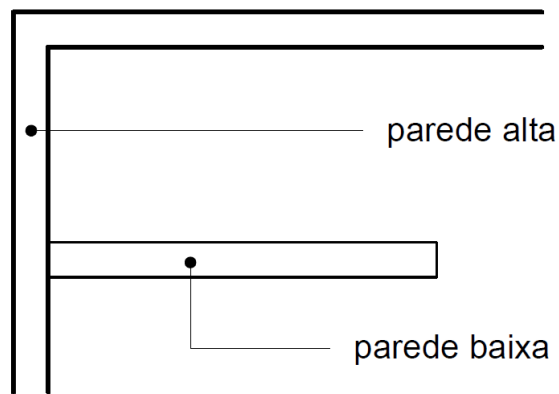


Figura 5 – Representação de paredes baixa. Fonte: autor

### 3.1.3.2 *Desníveis e transições de pisos*

Os desníveis devem ser representados com linhas finas, mas mais espessas e/ou escuras do que as que representam os pisos. Recomenda-se o uso de linhas na espessura de 0.20 mm a 0.25 mm para desníveis, soleiras, rampas e degraus, e de 0.10 mm a 0.15 mm para linhas de transição de pisos.

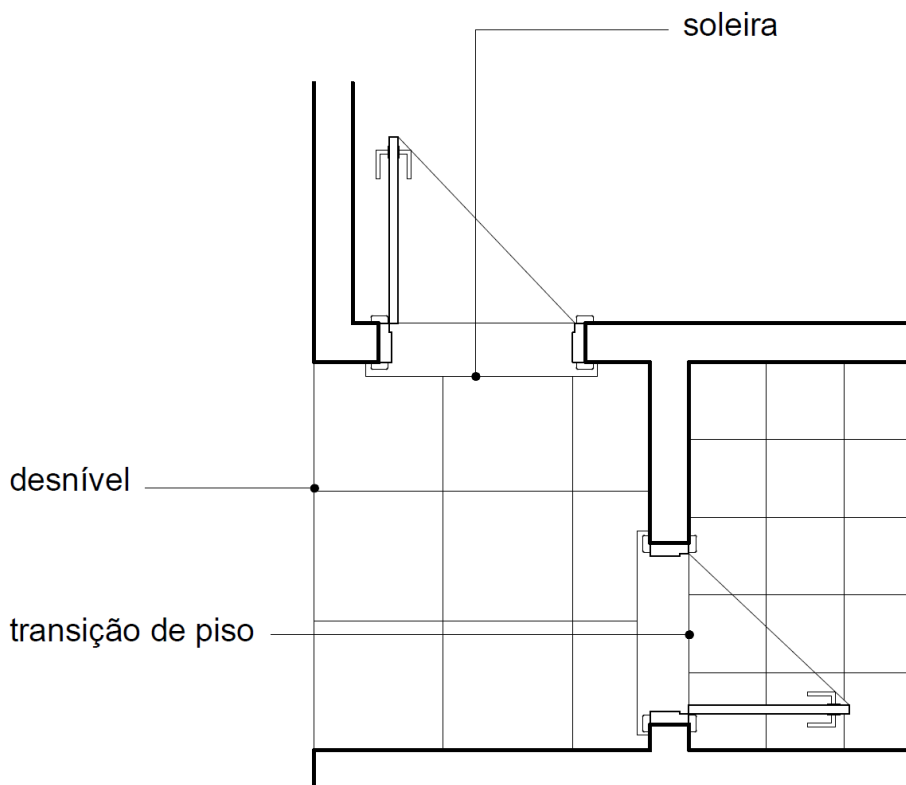


Figura 6 – Representação de transição de pisos e desníveis. Fonte: autor

### 3.1.3.3 Elementos em projeção

Os elementos da construção situados acima do plano de corte da planta baixa, e por consequência, não visíveis, devem ser representados em projeção através de linhas tracejadas ou de linha traço dois pontos. São assim representados: beirais das coberturas, vãos de aberturas e esquadrias (incluindo iluminação zenital), elementos da estrutura (vigas), chaminés, alçapões, mezaninos, caixa d'água, escadas, etc.

As linhas que representam os elementos em projeção devem ser finas a médias (0,25 mm a 0,30 mm) e recomenda-se o tamanho do tracejado entre 0.15 m e 0.10 m.

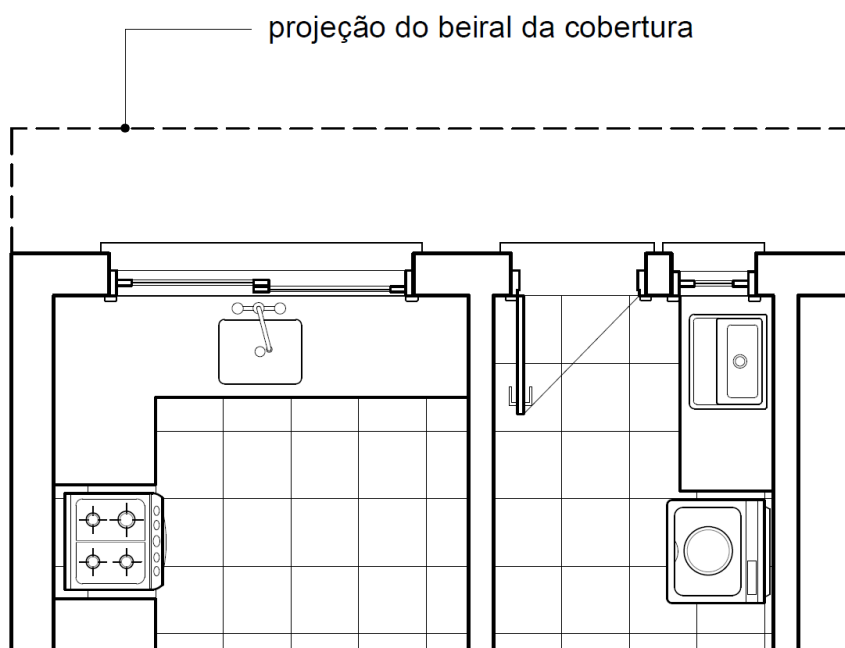


Figura 7 – Representação de elementos em projeção. Fonte: autor

### 3.1.3.4 Esquadrias

As esquadrias, em geral utilizadas na forma de blocos, podem ser representadas de forma simplificada, conforme a NBR 6492 (ABNT, 1994), ou mais detalhada (vistos serem desenhos repetitivos que podem compor blocos).

A seguir são apresentadas representações simplificadas de porta e janela formadas por linhas independentes, e representações mais detalhada das mesmas esquadrias, as quais foram desenhadas com a finalidade de compor um bloco para uso repetitivo. Quanto menor a escala de impressão mais simplificada deve ser a representação da esquadria.



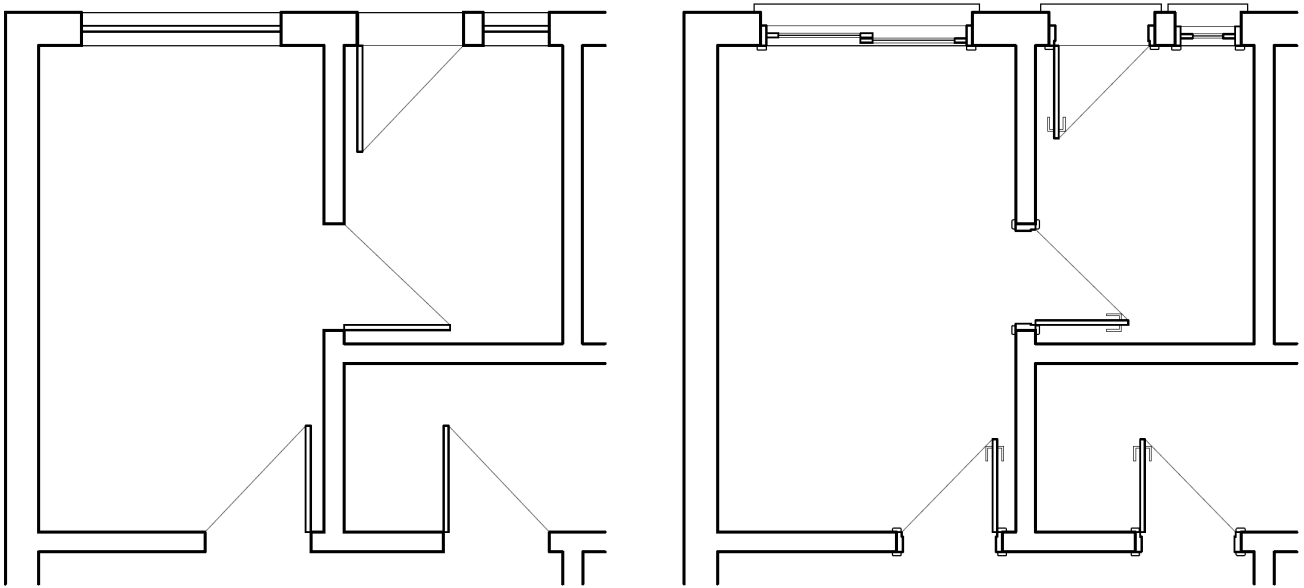


Figura 8 – Representação de Esquadrias. Fonte: autor

Ao representar os elementos das esquadrias que fazem as paredes, tais como marcos e guarnições, devemos lembrar que se essas últimas forem representadas por linhas grossas, essas irão parcialmente se sobrepor as linhas desses elementos, diminuindo suas dimensões visuais (após a impressão). Nestes casos, marcos e guarnições devem ser representados com dimensões um pouco maiores do que as reais, de forma a compensar a sobreposição das linhas representativas das paredes. Abaixo são apresentadas duas figuras ilustrando essa situação. Pode-se observar que na figura da direita os marcos e as guarnições da porta foram representados com suas medidas reais tendo suas linhas parcialmente sobrepostas pelas linhas das paredes. Alerta-se que o aumento de dimensões (em relação as medidas reais) somente podem ocorrer em relação a elementos que não são dimensionados através de linhas de cotas.

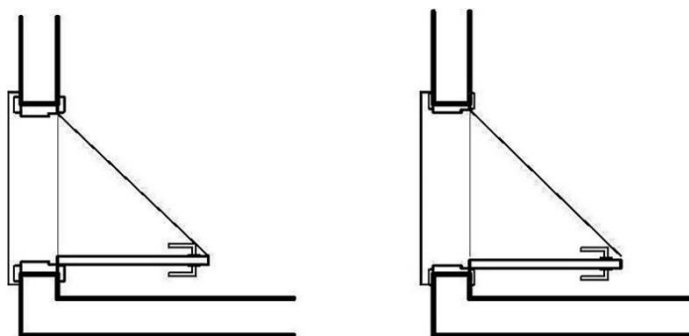


Figura 9 – Espessuras gráficas dos elementos de uma porta. Fonte: autor

A seguir são apresentadas as representações de uma porta e uma janela com valores de referência para espessuras de seus elementos em uma impressão na escala **1/50**.

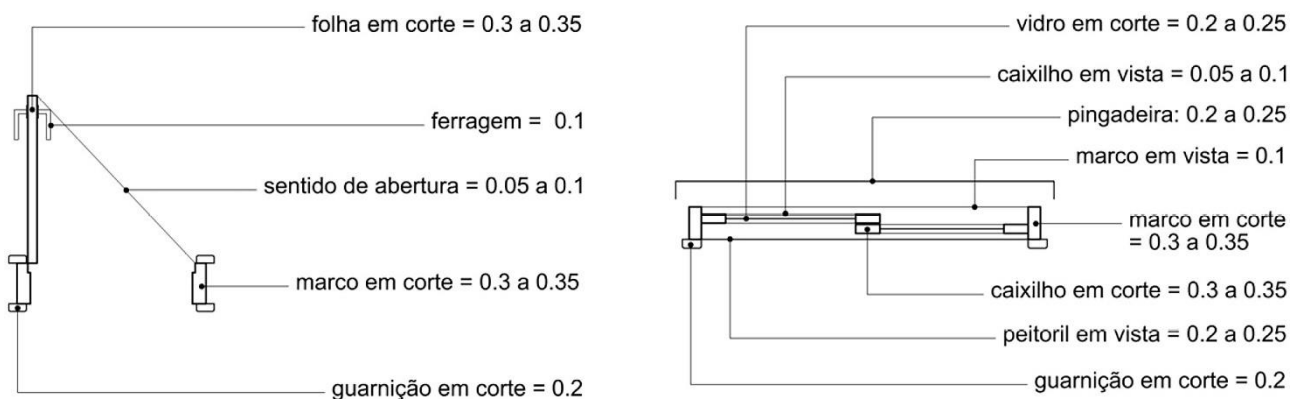


Figura 10 – Espessuras dos elementos das portas e janelas. Fonte: autor

### 3.1.3.5 Equipamentos fixos

Os equipamentos fixos, tais como louças sanitárias, balcões de banheiros e cozinhas, pias, tanques e outros, podem ser representados utilizando-se tanto blocos como linhas individuais. Por exemplo: na representação do lavatório de um banheiro podem ser utilizadas linhas para definir o balcão, e um bloco para a louça do lavatório propriamente dito. As linhas de contorno, da grande maioria dos equipamentos fixos, são de espessura média (entre 0,30 e 0,40 mm) e seus detalhes são representados por linhas finas (entre 0,1mm e 0,2mm).

Deve-se ter cuidado especial com a compatibilidade entre o nível de detalhamento dos blocos e a escala de representação. Blocos muito detalhados (com muitas linhas) quando impressos na escala 1/50 ou menor, ficam “carregados” demais, chegando até mesmo a aparecerem como borrões no desenho. A figura seguinte apresenta a impressão do bloco de um tanque com dois níveis de detalhamento, ilustrando a questão.

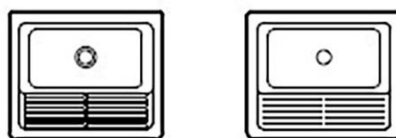


Figura 11 – Problema de nível de detalhamento em blocos. Fonte: autor

### 3.1.3.6 Outros equipamentos

Equipamentos como geladeira, fogão, máquina de lavar e secar roupas, podem ser representados na planta baixa, indicando suas posições e orientando a execução dos

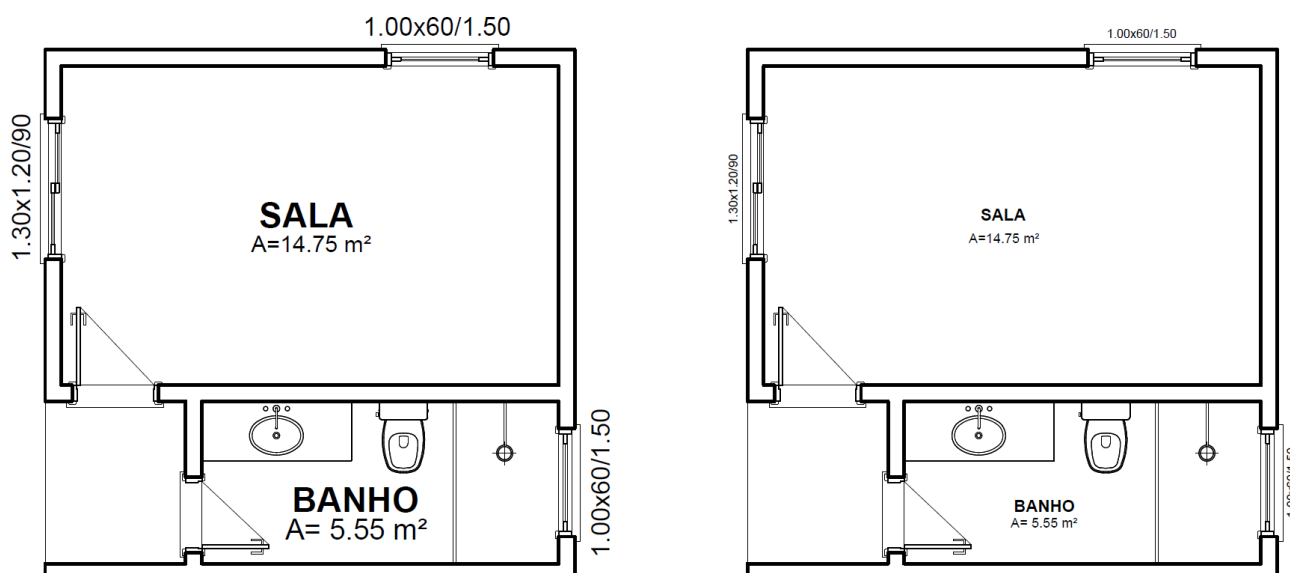
projetos complementares (elétrico e hidrossanitário). Também para esses equipamentos as linhas de contorno devem ser de espessura média (entre 0,30 mm e 0,40 mm) e seus detalhes representados por linhas finas (entre 0,1mm e 0,2 mm).

### 3.1.3.7 Textos

Os textos devem ser representados em letras e números técnicos, evitando-se fontes “artísticas” e “rebuscadas”. Recomenda-se a utilização de fontes do tipo “*true type*” as quais já possuem espessura definida na própria fonte e que se ajustam automaticamente a altura do texto, dispensando assim a necessidade de configurar a espessura das letras e números quando da impressão.

Os textos devem ser dispostos sempre no sentido de leitura, ou seja, de baixo para cima e da esquerda para direita.

A altura dos textos deve variar seguindo uma hierarquia de informação, ser compatível com a escala de impressão e obedecer a critérios visuais e de legibilidade. Desta forma, devem-se evitar textos exageradamente grandes e desproporcionais aos desenhos aos quais se relacionam ou textos muito pequenos e de difícil leitura. A seguir são apresentados dois exemplos de alturas de textos em uma mesma planta baixa que representam textos exageradamente grandes (a esquerda) e muito pequenos (a direita).



Figuras 12 – Problemas com as alturas dos textos. A esquerda textos exageradamente grandes e a direita muito pequenos. Fonte: autor

A seguinte tabela apresenta uma sugestão de alturas mínimas e máximas de textos para os principais elementos de uma planta baixa a ser impressa na escala 1/50.

Tabela 5 – Alturas recomendadas para os textos

	Altura mínima (m)	Altura recomendada (m)	Altura máxima (m)
Nome dos compartimentos	0.14	0.15	0.16
Área dos compartimentos	0.10	0.12	0.13
Dimensões das janelas	0.11	0.12	0.13
Dimensões das portas	0.08	0.09	0.10
Cotas	0.10	0.11	0.12
Textos auxiliares	0.09	0.10	0.11

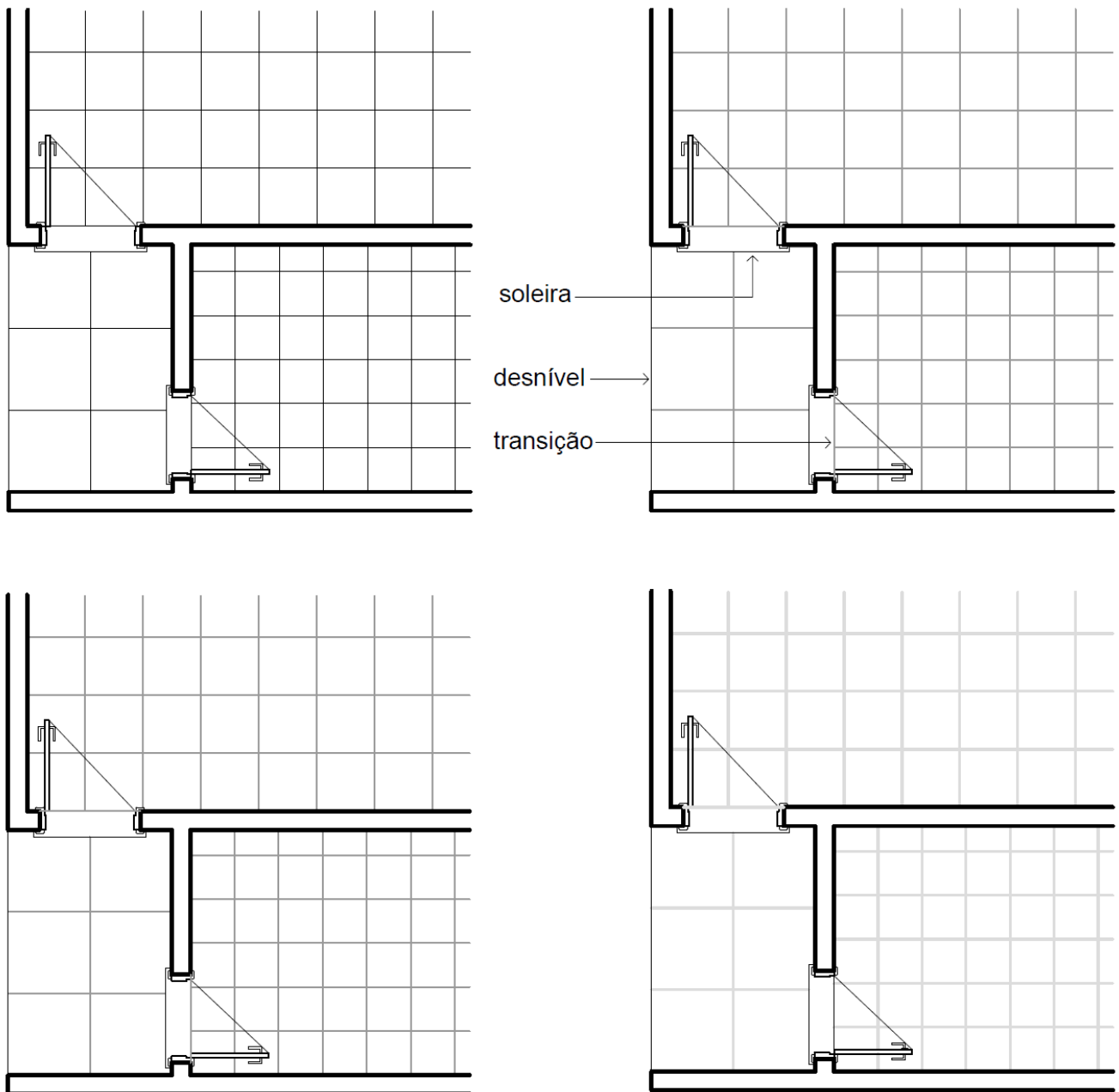
Tabela 5 – Alturas recomendadas para os textos. Fonte: autor

Deve-se atentar que apesar do modelo (elementos construtivos) poder ser impresso em diferentes escalas, os textos a ele relacionado não podem sofrer o mesmo escalonamento, pois deve ser mantida a sua legibilidade e proporcionalidade em qualquer escala de impressão. Ilustrando: se os textos foram dimensionados para uma impressão na escala 1/50 e por algum motivo o modelo (representação da edificação) for impresso na escala 1/100, os textos devem ter suas alturas redimensionadas, pois não podem simplesmente serem impressos com a metade de seus tamanhos originais sem comprometer a clareza de leitura.

Como os tamanhos devem levar em conta não só a questão da legibilidade, mas também considerar a proporção entre os textos e os elementos da edificação, indica-se os seguintes fatores de ampliação aplicáveis às alturas recomendadas para a escala 1/50: **1.30** para escala 1/75 e **1.60** para escala 1/100.

### 3.1.3.8 Pisos

Os pisos frios e/ou especiais devem ser representados com linhas finas (0.09 mm a 0.15 mm) na cor preta, ou em tom de cinza. Neste último caso, recomenda-se o aumento gradual da espessura das linhas proporcionalmente a diminuição do nível de cinza (linhas mais espessas para tons de cinzas mais claros). Abaixo são apresentados exemplos de representações de pisos com diferentes espessuras e níveis de cinza.



Figuras 13 – Exemplos de representação de pisos com diferentes espessuras e níveis de cinza.  
Fonte: autor

Na representação de pisos também deve ser observado a densidade das hachuras, ou seja, o distanciamento entre suas linhas em relação ao tamanho do compartimento onde esses são aplicados. Deve-se evitar a utilização de hachuras muito densas em compartimentos de grandes dimensões e de hachuras pouco densas em compartimentos pequenos. As primeiras sobrecarregam visualmente o desenho e as últimas tornam difícil sua leitura. Deve-se, sempre que possível, manter uma proporção entre a densidade da hachura e o tamanho (área) do compartimento, observando-se, é claro, uma certa proximidade com as dimensões reais dos materiais representados.

A figura seguinte mostra um exemplo de hachuras com dimensões desproporcionais (esquerda) e proporcionais (direita).

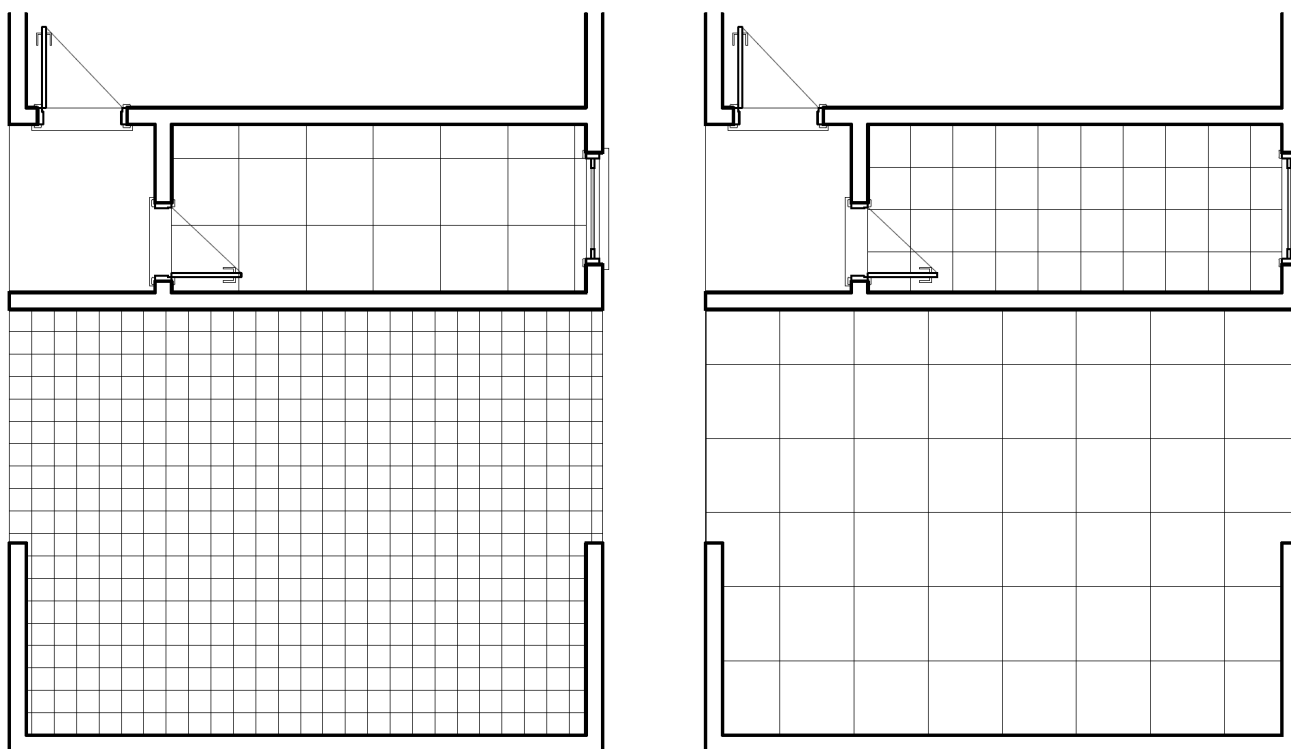


Figura 14 – Exemplos de proporcionalidade entre a hachura dos pisos e o tamanho dos compartimentos. Fonte: autor

### 3.1.3.9 Cotas e referências de nível

As cotas ou dimensionamentos seguem as determinações da NBR 10126 - Cotagem em Desenho Técnico (ABNT, 1987) e NBR 6492 - Representação de Projetos de Arquitetura (ABNT, 1994). As cotas são formadas pelos seguintes elementos:

**Linha de cota:** é a linha que contém a dimensão daquilo que está sendo cotado e na qual é posicionado o valor numérico da cota.

**Linha de extensão** (ou auxiliar ou de chamada): é a linha que liga a cota ao elemento que está sendo dimensionado. Na representação de arquitetura são utilizadas linhas de extensão de comprimento fixo, ao contrário das linhas de comprimento variável utilizadas em projetos de outras áreas do desenho técnico.

**Finalização das linhas de cota:** é o encontro da linha de cota com a linha de extensão. Usualmente na representação dos projetos de arquitetura as linhas de cota e de extensão

se cruzam e são adotados pequenos traços inclinados a 45° ou pontos (com uma espessura mais grossa que as linhas de cotas e chamadas) neste cruzamento<sup>1</sup>.

A figura seguinte mostra uma cota com seus elementos.

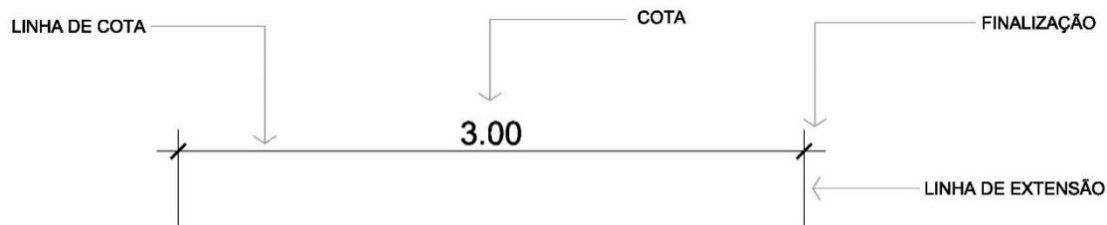


Figura 15 – Elementos da cota no Desenho Arquitetônico. Fonte: autor

As linhas de cota e de extensão são representadas através de linhas finas (0.09mm a 0.15mm) e o projeto da edificação deve ter seus elementos cotados de forma que seja possível identificar todas as medidas necessárias a sua execução sem recorrer a instrumento de medição do desenho (régua ou escalímetro).

**Distribuição das linhas de cotas:** é usual no desenho arquitetônico cotas em série, posicionadas tanto pelo lado externo da planta baixa, quanto, quando necessário, internamente ou cruzando a mesma. As cotas devem ser acumuladas de forma a também representarem as medidas externas da edificação. Deve-se evitar cotas repetidas e repetitivas.

**Unidade de cotagem:** na representação de projetos de arquitetura os elementos maiores ou iguais a um metro são contados em metros e os elementos menores que um metro são cotados em centímetro, conforme NBR 6492 (ABNT, 1994). Como, em geral, os programas CAD não possibilitam essa diferenciação, utiliza-se o artifício de suprimir o zero antes da casa decimal, utilizando somente o ponto. Assim, por exemplo, a medida 0.15 metro fica representada por .15.

**Dimensionamento de esquadrias:** No dimensionamento de esquadrias são representadas três diferentes dimensões, sempre na mesma ordem: largura da esquadria, altura da esquadria e altura do peitoril (distância da parte inferior da esquadria até o piso interno da edificação). No caso das portas, sendo a altura de peitoril igual a zero, essa não

---

<sup>1</sup> Na representação de arquitetura não é usual a utilização de setas ao final das linhas de cotas, como ocorre em projetos mecânicos.

é informada. Além das dimensões das esquadrias é usual que sejam informados códigos para elas, utilizados para identificá-las na planilha e nos desenhos de detalhes de esquadrias que frequentemente acompanham os projetos.

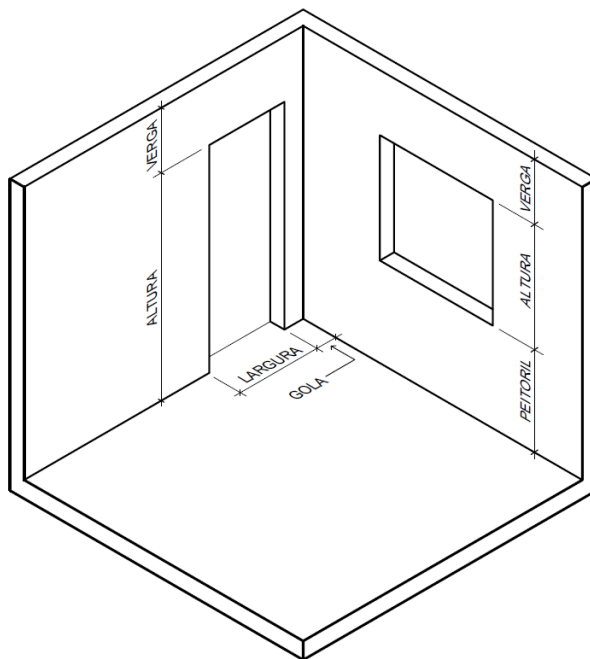
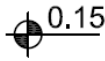


Figura 16 – Vãos das aberturas. Fonte: autor

**Posicionamento das esquadrias:** Somente cota-se o posicionamento das esquadrias quanto os valores das golas das portas (distância da abertura até a parede próxima) não são valores padrões (10 cm na maioria dos casos) ou quando as janelas não se situam no meio do vão.

**Referência de nível:** na planta baixa utiliza-se o símbolo  para informar a altura de determinados pontos do projeto (neste exemplo, o nível 0.15m). Devem ser indicados todos os diferentes níveis presentes na planta baixa. Evita-se a repetição desnecessária de níveis, identificando-os sempre que for visualizada uma diferença de nível, não sendo necessário informar a cota de nível de todos os compartimentos, mas sim os lugares onde há mudança nas alturas dos pisos.

Os níveis devem ser sempre indicados em METROS e acompanhados do sinal negativo caso localizarem abaixo do nível de referência (0.00) – (opcionalmente pode ser usado o sinal positivo para o caso de níveis localizados acima do nível de referência). São indicados com referência ao nível ZERO do projeto.



**Tamanho dos textos de cotas:** sugere-se a utilização dos seguintes tamanhos de textos para impressões na escala 1/50 – textos das cotas: 0.11m; dimensões das janelas: 0.11m; dimensões das portas: 0.08 a 0.09 m.

A seguir é apresentada figura com as cotas de uma pequena edificação.

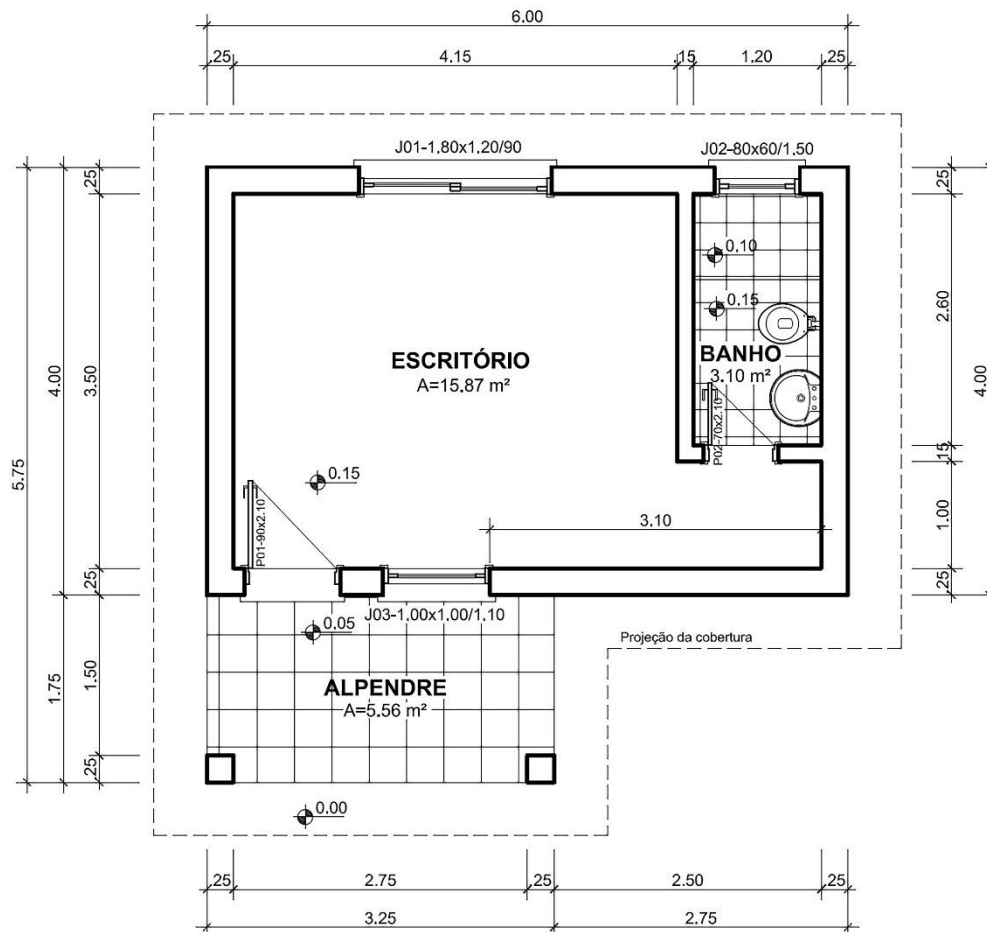


Figura 17 – Exemplo de uma planta baixa cotada. Fonte: autor

### 3.1.4 Sequência de montagem de uma planta baixa

A seguir é apresentada uma sequência de passo (etapas) de representação de uma planta baixa. Trata-se de uma sequência genérica, a qual pode variar em função da prática do desenhista e das características da edificação representada.

- 1º) Representação das paredes: são demarcadas as paredes da edificação através das linhas horizontais, verticais, inclinadas e curvas que as representam;
- 2º) Representação dos vãos das aberturas

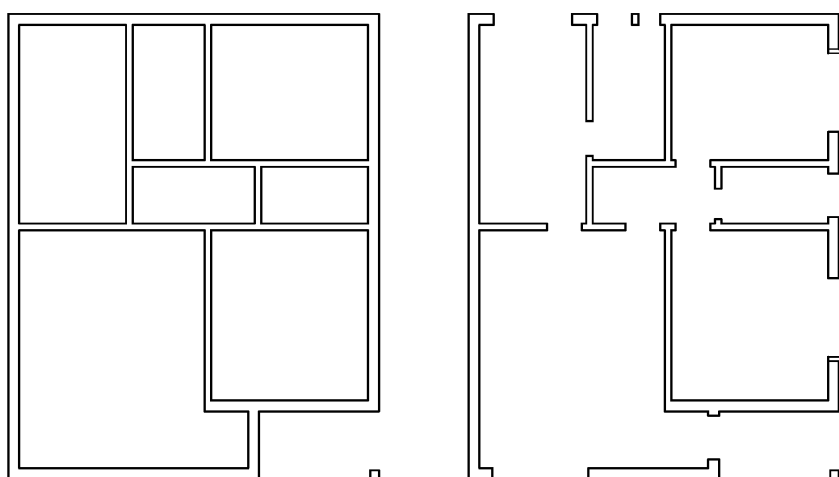


Figura 18 – Etapas de representação da planta baixa: paredes e vãos. Fonte: autor

- ▶ **3º)** Representação dos desníveis e transições de tipos de pisos: são representados desníveis, degraus, rampas, soleiras e linhas de transição de pisos.
- ▶ **4º)** Representação através de linhas tracejadas (ou traço ponto) da projeção dos beirais, marquises e demais elementos necessários (localizados acima do plano de corte da planta baixa).

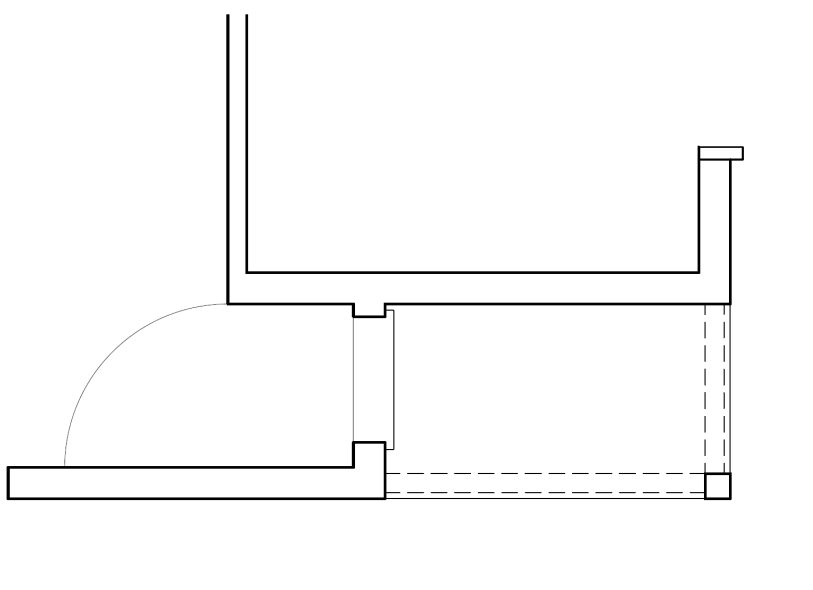


Figura 19 – Etapas de representação da planta baixa: desníveis, transições de piso e elementos em projeção. Fonte: autor

- ▶ **5º)** Representação das esquadrias: são desenhadas, nos respectivos vãos, as portas, janelas e outros tipos de esquadrias que porventura houver. As esquadrias poderão ser representadas linha a linha ou inseridas como blocos previamente definidos;

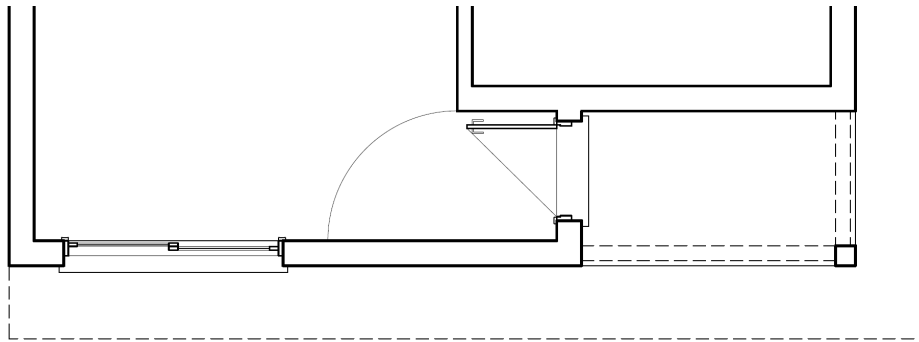


Figura 20 – Etapas de representação da planta baixa: esquadrias. Fonte: autor

**6º)** Representação das circulações verticais: elevadores (com suas dimensões internas) e escadas (número de degraus, pé-direito, base e altura dos degraus, sentido de subida) – Ver item específico sobre representação de escadas;

**7º)** Representação dos equipamentos fixos dos banheiros (louças sanitárias, tampo(s) de lavatório(s), chuveiro(s), etc.), da(s) cozinha(s) (pia(s) e bancada(s) e outros), área de serviço (tanque(s) de lavar roupa), churrasqueiras (pias(s) e bancada(s)) e de outros compartimentos de serviço que houver;

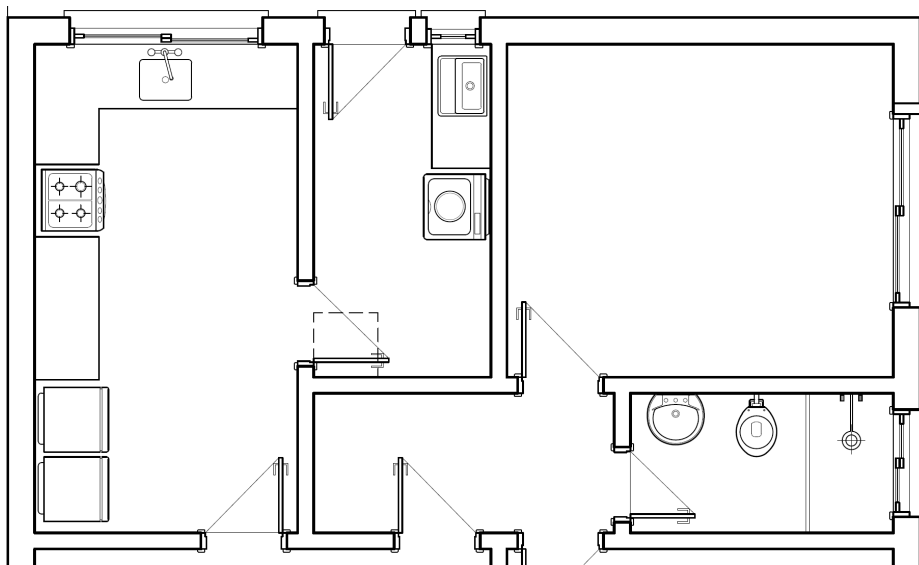


Figura 21 – Etapas de representação da planta baixa: equipamentos fixos. Fonte: autor

**8º)** Representação dos principais equipamentos de serviço, tais como fogão, geladeira, máquina de lavar e secar roupas, etc. A representação desses equipamentos não é obrigatória no projeto arquitetônico, mas é comum, servido como referência para execução dos projetos complementares (hidrossanitário, elétrico e gás).

**9º)** Representação dos principais textos: nome e áreas dos compartimentos, dimensões das esquadrias.

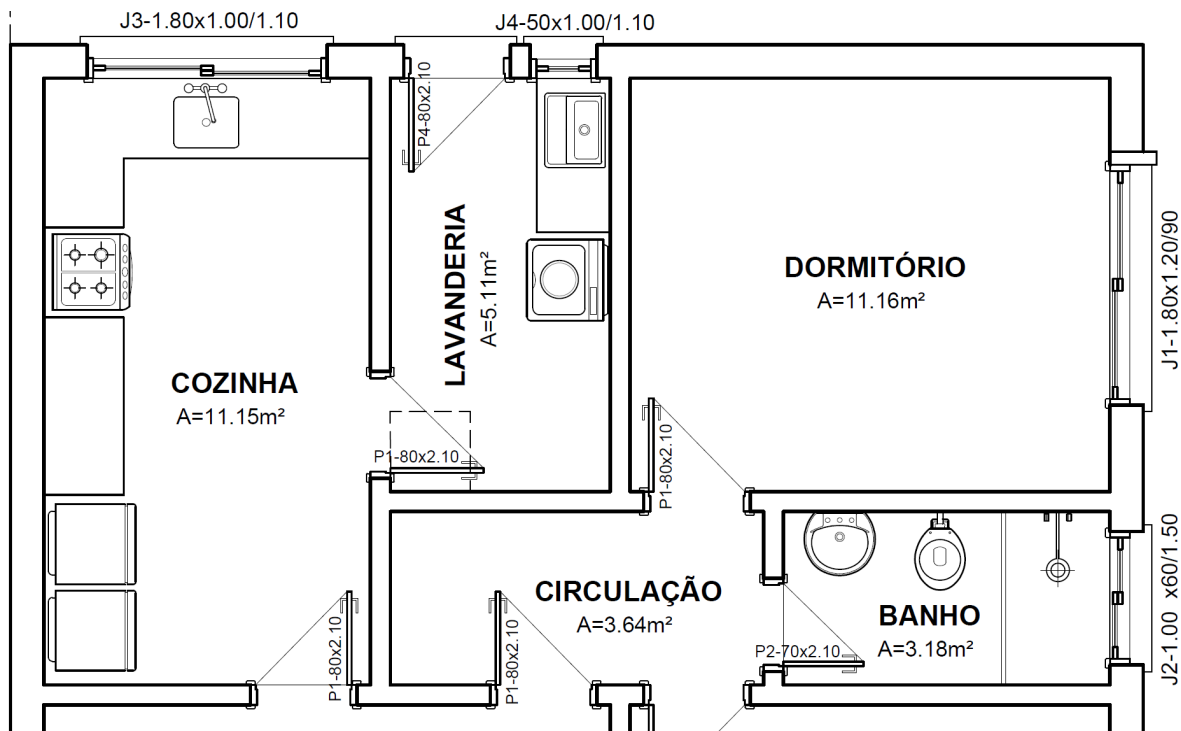


Figura 22 – Etapas de representação da planta baixa: textos. Fonte: autor

10º) Representação dos pisos (pisos frios e outros pisos especiais) através de hachuras quadriculadas e outras.

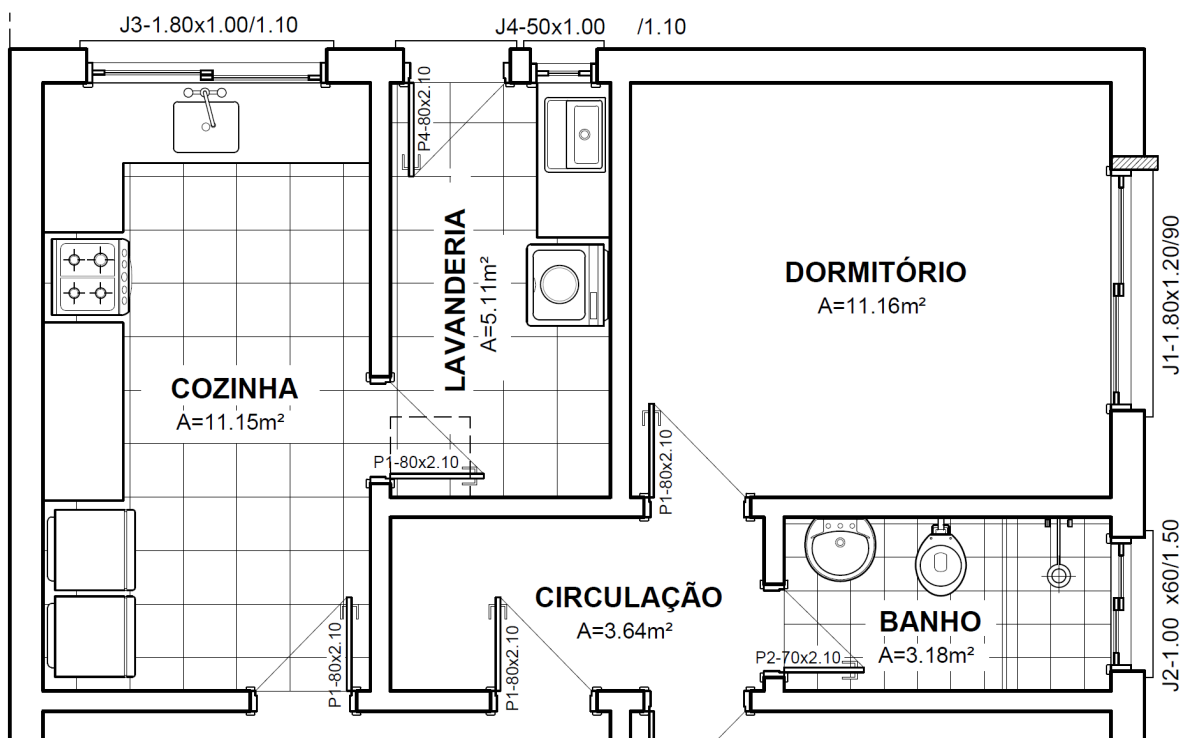


Figura 23 – Etapas de representação da planta baixa: hachuras dos pisos. Fonte: autor

11º) Representação das cotas e dos níveis dos pisos.

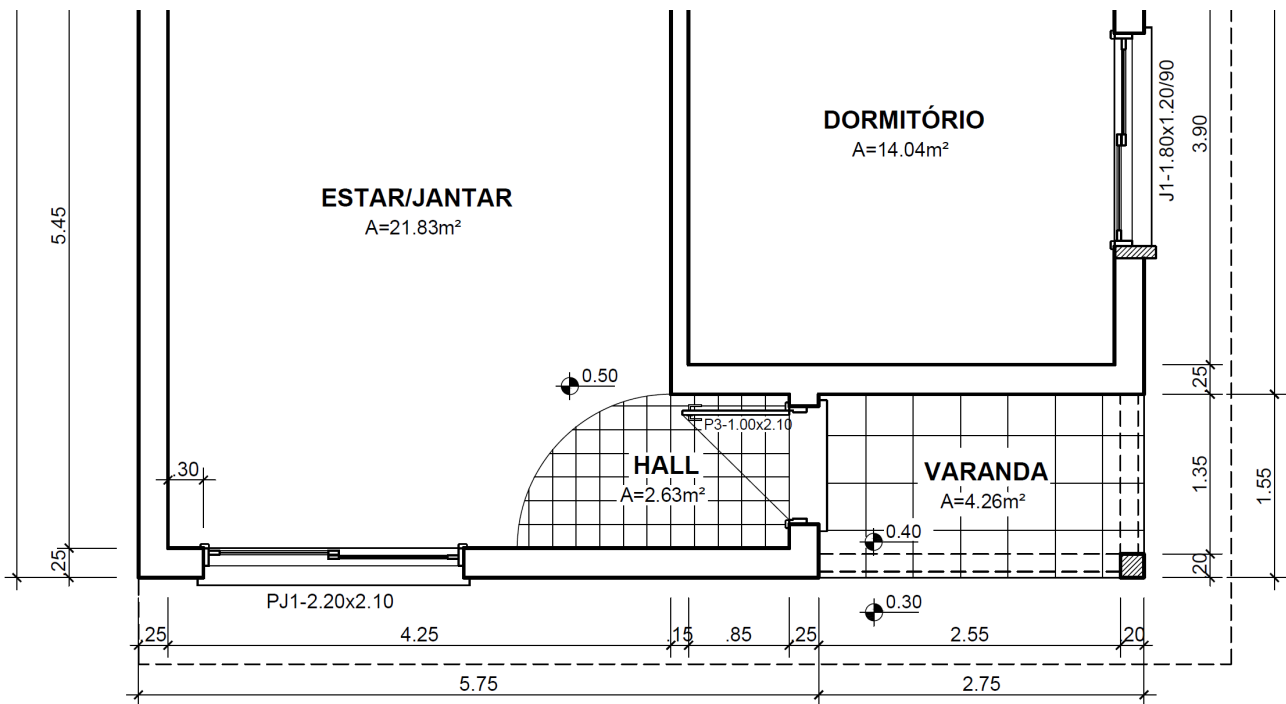


Figura 24 – Etapas de representação da planta baixa: cotas e níveis. Fonte: Autor

12º) Representação das indicações dos cortes e detalhes (quando existirem).

13º) Representação dos textos complementares (quando existirem).

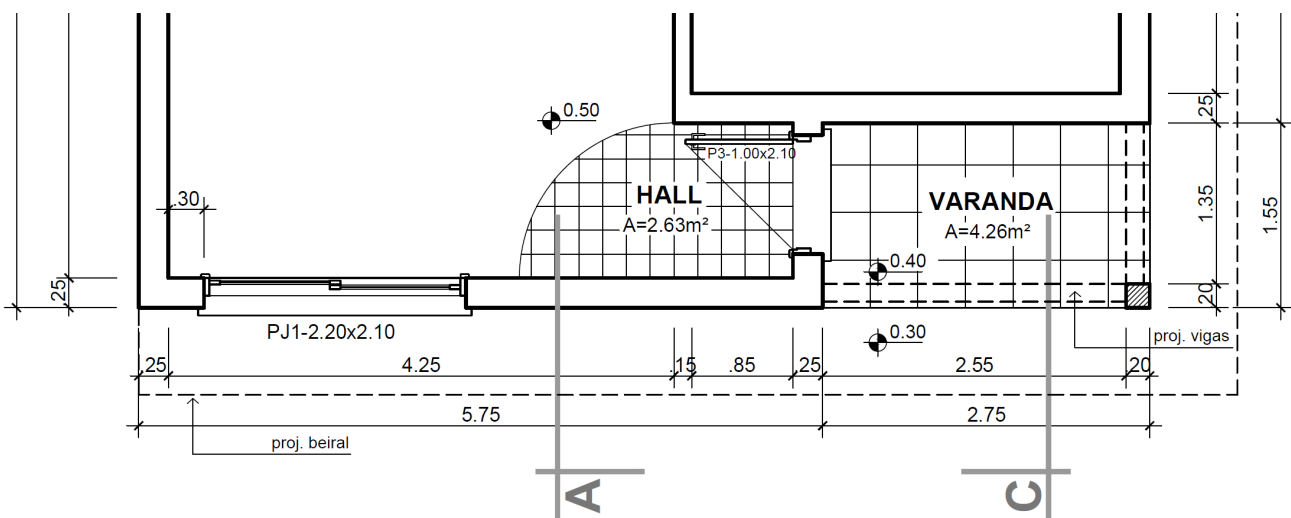


Figura 25 – Etapas de representação da planta baixa: planos de cortes. Fonte: autor

### 3.2 CORTES

Cortes, em desenho arquitetônico, são representações gráficas constituídos por vistas ortográficas seccionais do tipo corte, obtidas ao se passar pela edificação planos secantes

e projetantes verticais, normalmente paralelos a um determinado conjunto de paredes, em posicionamento estrategicamente definidos.

Os cortes são elaborados para a representação de elementos internos à edificação e de elementos que se desenvolvam em altura, e que, por consequência não são representados em planta baixa. Seus posicionamentos e orientações (sentido da vista) são determinados objetivando representar os elementos da edificação de maior importância e/ou complexidade.

Em geral, são realizados no mínimo dois cortes, um **longitudinal** (acompanhando a maior dimensão da edificação) e outro **transversal** (acompanhando a menor dimensão da edificação). Mas devem ser feitos tantos cortes quantos necessários para representar de forma inequívoca os elementos da edificação que se desenvolvam em altura.

São fatores que influenciam a quantidade de cortes necessários a representação de um projeto de arquitetura:

- ▶ Complexidade interna da edificação (paredes, estrutura, acabamentos, etc.);
- ▶ forma da edificação;
- ▶ variações de níveis;
- ▶ variação e complexidade da cobertura; e
- ▶ diversidade de elementos internos que se desenvolvam em altura (escadas, poços de elevadores, etc.).

Os cortes são elaborados na mesma escala da planta baixa.

### 3.2.1 Posicionamento dos cortes

Os planos de corte são posicionados pela presença de: pés-direitos variáveis, esquadrias especiais, barreiras impermeáveis, equipamentos de construção, escadas, elevadores, planos de cobertura, etc. Recomenda-se também, sempre que possível, passá-los pelas áreas molhadas (banheiros, cozinhas, áreas de serviços, etc.). O sentido de observação depende do interesse de visualização, procurando-se estabelecê-lo de forma a representar o maior número de elementos construtivos possíveis e/ou elementos especiais.

A localização dos planos de corte e o sentido de visualização devem ser indicados nas plantas baixas, de maneira a permitir sua perfeita interpretação.

A indicação dos cortes em planta baixa tem uma simbologia específica e deve conter no mínimo os seguintes elementos:

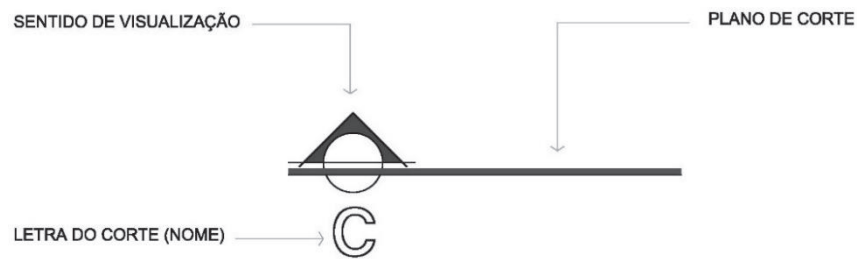


Figura 26 – Símbolo de indicação dos planos de cortes. Fonte: autor

Opcionalmente, pode ser informado o número da prancha que contém a representação do corte.

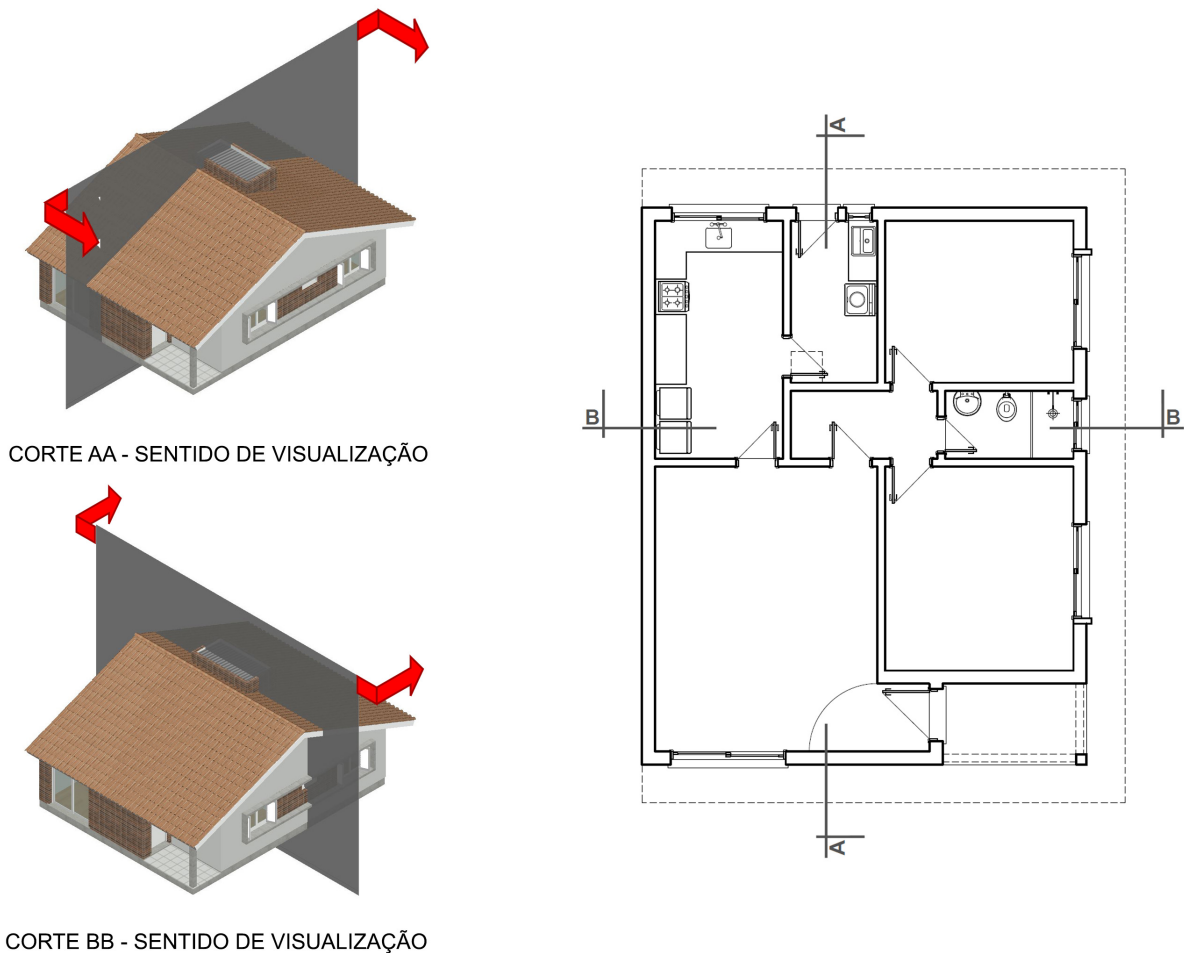


Figura 27 – Indicação do sentido de visualização dos cortes. Fonte: autor

### 3.2.2 Composição do desenho

**Elementos gráficos:** compreende a representação de todos os elementos construtivos seccionados e visualizados, e mesmo, quando necessário, eventuais partes não visíveis

como por exemplo as fundações. São representados nos cortes: fundações; solos e aterros; pisos e contrapisos; paredes e elementos estruturais; portas e janelas; equipamentos de construção e aparelhos sanitários; forros e entrepisos; estrutura de cobertura; telhados; etc.

**Informações:** mais simplificadas que as informações nas plantas baixas envolvem obrigatoriamente: cotas verticais dos elementos em corte; níveis dos compartimentos, dados básicos relativos à cobertura e outras informações complementares que se achar necessário para a compreensão do projeto.

### 3.2.3 Elementos de um corte

Assim como na planta baixa os elementos seccionados pelo plano de corte, tais como paredes, lajes, contrapiso e vigas, são representados com linhas de espessura grossa.

#### 3.2.3.1 Fundações e terreno

A representação completa das fundações no projeto arquitetônico é opcional, pois é o projeto estrutural que definirá, em função da carga da edificação e da capacidade de suporte do terreno, o tipo adequado de fundações e suas dimensões. As fundações são representadas em função do seu tipo e material e de sua disposição geral, com medidas aproximadas. No mínimo deve-se representar as vigas baldrame (vigas de fundação) e o perfil do terreno (natural e aterrado).

A seguir são apresentados exemplos de representações dos tipos mais comuns de fundações.

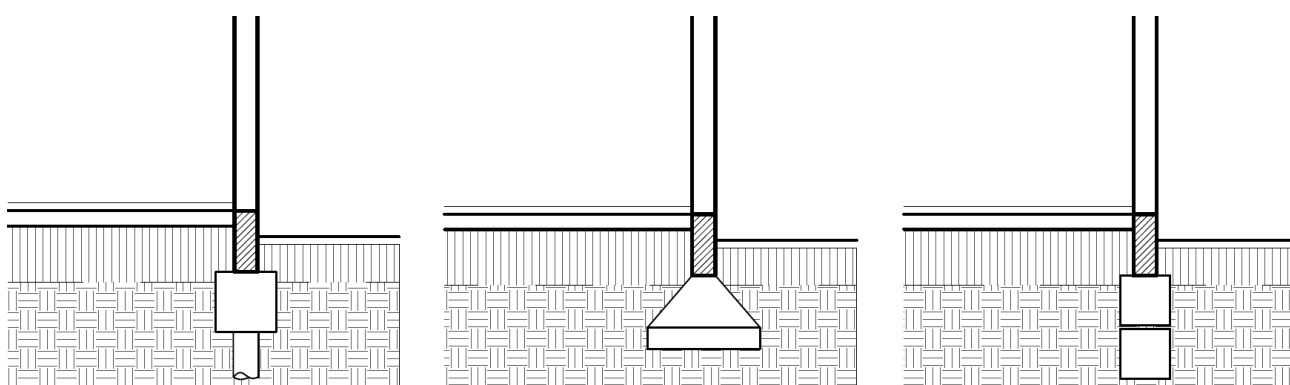


Figura 28 – Exemplos de representação de fundações. Fonte: autor



### 3.2.3.2 Piso e contrapiso

Piso e contrapiso são representados através de linhas paralelas. O contrapiso com linhas grossas e, em geral, com espessura de 10 cm e o piso com linha fina e, em geral, com espessura de 5 cm (correspondendo ao piso com sua argamassa de assentamento ou elemento de fixação).

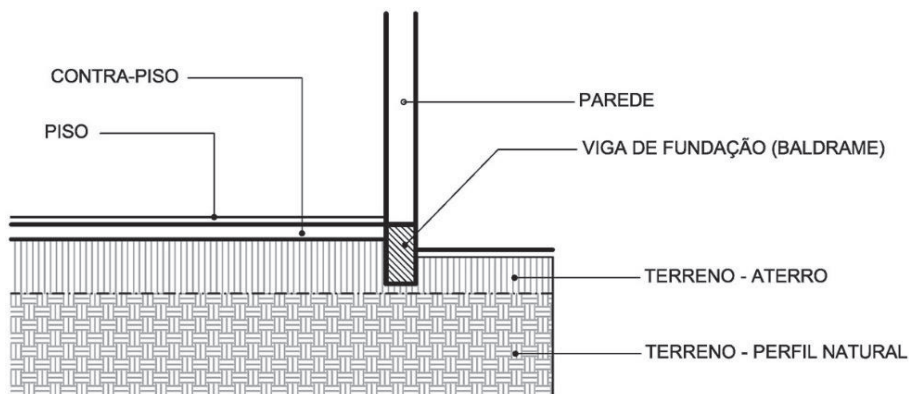


Figura 29 – Exemplo de representação de piso e contrapiso. Fonte: autor

É comum observar-se representações em que o contrapiso se funde com as vigas de fundação. Cabe alertar que isso somente ocorre quando os dois (contrapiso e viga) são feitos do mesmo material, como no caso dos contrapisos de concreto, caso contrário deve haver a devida separação gráfica entre eles.

### 3.2.3.3 Beirais

Prolongamento da cobertura além das paredes externas da edificação, os beirais podem ser de vários tipos, formatos e materiais. Os mais comuns são os beirais de concreto e os de madeira, planos e inclinados. A seguir são apresentados alguns exemplos de desenhos de beirais.

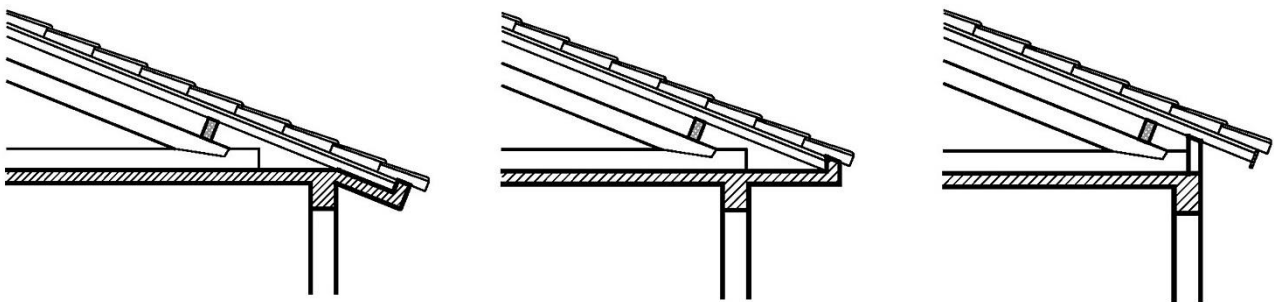


Figura 30 – Da esquerda para direita: beiral de concreto inclinado, beiral de concreto plano, e beiral em vã. Fonte: autor

### 3.2.3.4 Paredes

Nos cortes, as paredes podem aparecer seccionadas ou em vista. No caso de paredes seccionadas, a representação é semelhante ao desenho em planta baixa. Existindo paredes em vista (que não são cortadas pelo plano de corte) a representação é similar aos pisos em planta.

### 3.2.3.5 Lajes e vigas

As lajes e vigas são representadas através de linhas paralelas em traço grosso, devendo ser hachuradas para indicar a diferença de material (concreto) em relação às paredes (geralmente alvenaria).

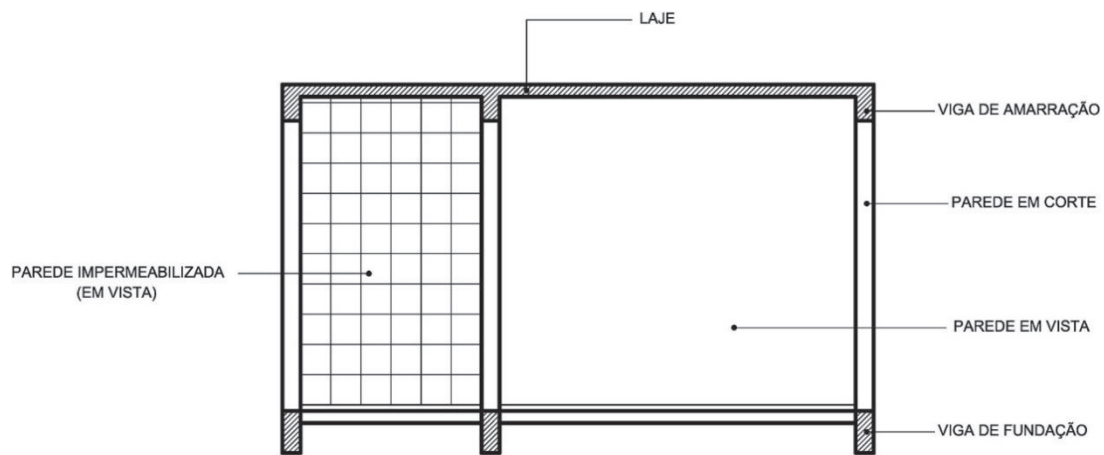


Figura 31 – Elementos em corte e em vista. Fonte: autor

Assim como na planta baixa, as paredes seccionadas podem ser representadas preenchidas por hachura sólida em tom de cinza. Neste caso, valem as mesmas observações feitas anteriormente (planta baixa) quanto as espessuras das linhas e os tons de cinzas utilizados.

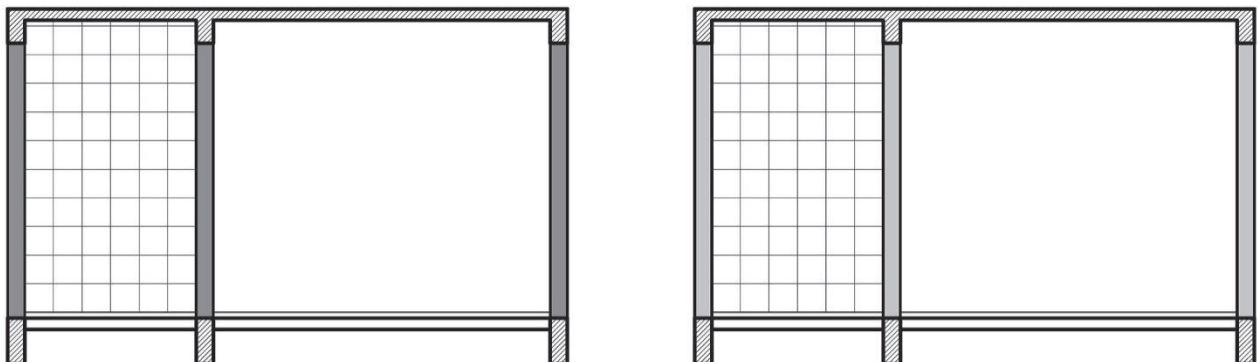


Figura 32 – Representação de paredes no corte. Fonte: autor

Há mais de um padrão de hachura que pode ser utilizado para representação dos elementos em concreto, ficando a critério do desenhista sua escolha. Podem ser utilizados, por exemplo, hachuras sólidas (tom de cinza), desde que as mesmas, por critério de diferenciação de materiais, não sejam repetidas nas paredes.

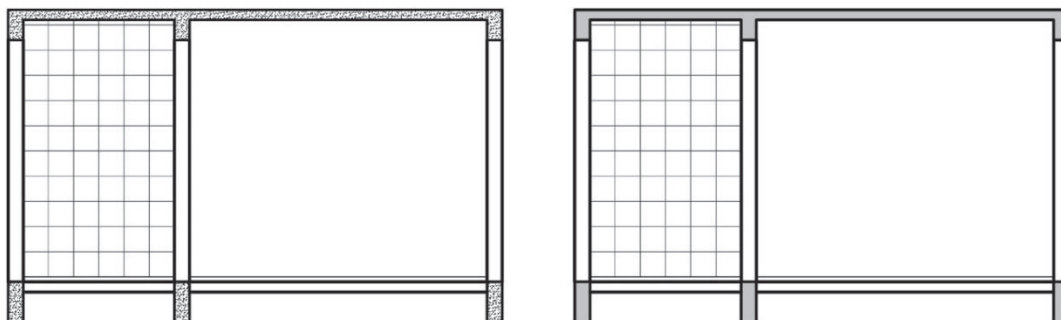


Figura 33 – Representação de lajes e vigas. Fonte: autor

### 3.2.3.6 Esquadrias

Assim como na planta baixa, as esquadrias devem ser representadas com nível de detalhamento compatível com a escala do desenho. Quando maior a escala, mais detalhadas deve ser a representação. Recomenda-se que para a escala 1/50 (escala usual para projetos arquitetônicos) as portas e janelas seccionadas pelo plano de corte sejam representadas, no mínimo, através de seus marcos e folhas (caixilhos para as janelas).

Em vista, as portas devem ser representadas por suas guarnições (linhas paralelas com distanciamento de 5 a 7 cm) e as janelas por suas guarnições e pelas folhas (caixilhos). Em ambas as representações deve ser indicado o sentido de abertura da esquadria.

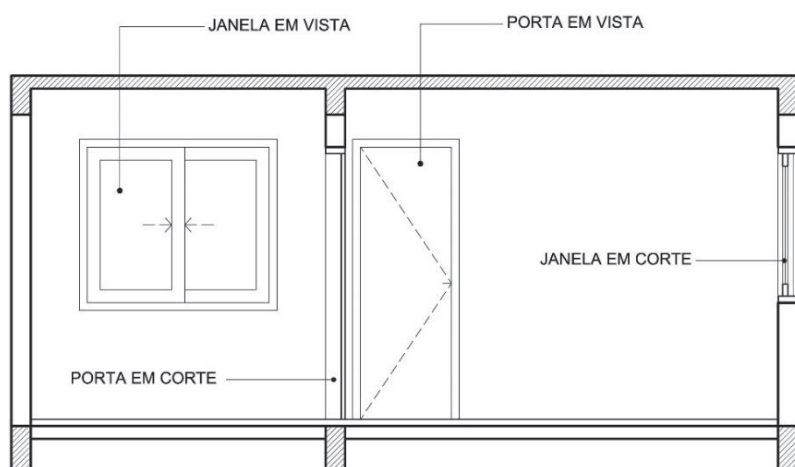


Figura 34 – Representação de esquadrias no corte. Fonte: autor

### 3.2.3.7 Equipamentos fixos

Equipamentos fixos, tais como lavatórios, vasos, balcões e outros, podem aparecer tanto em vista como em corte. Devem ser representados, na escala 1/50 ou menor, pelos seus traços básicos, sem maiores detalhamentos. Em geral fazem parte da biblioteca de blocos. A seguir são apresentados exemplos de representações de alguns desses elementos.



Figura 35 – Equipamentos fixos. Fonte: autor

### 3.2.3.8 Coberturas

As coberturas fazem o fechamento superior das edificações, protegendo-as contra as intempéries. Existem vários tipos e formatos de coberturas, sendo a mais comum aquela popularmente conhecida como telhados. Os telhados são, em geral, caracterizados por possuírem um ou mais planos inclinados, ao qual se dá o nome de água. Seus principais componentes são as telhas, a estrutura de sustentação e os condutores pluviais. Tanto telhas quanto estruturas comportam uma grande variedade de tipos e materiais, sendo mais comum em pequenas e médias obras as estruturas de madeira com telhas cerâmicas ou de fibrocimento. Conforme o número de planos que os compõem, os telhados podem ser classificados em uma, duas, três, quatro ou várias águas.

Os limites dos telhados bem como o encontro de suas águas perfazem linhas que conforme sua posição e/ou inclinação recebem os seguintes nomes:

- a) CUMEEIRA – linha divisora de águas de disposição horizontal e localizada nas posições mais elevadas do telhado.
- b) ESPIGÃO – linha divisora de águas de disposição inclinada, normalmente unindo cumeeiras de altura diferentes e cumeeiras e beirais.
- c) ÁGUA FURTADA OU RINCÃO – linha coletora de águas de disposição inclinada.
- d) POLÍGONO DO BEIRAL – linha poligonal fechada que, em vista superior (planta de cobertura), coincide com o limite externo da cobertura.

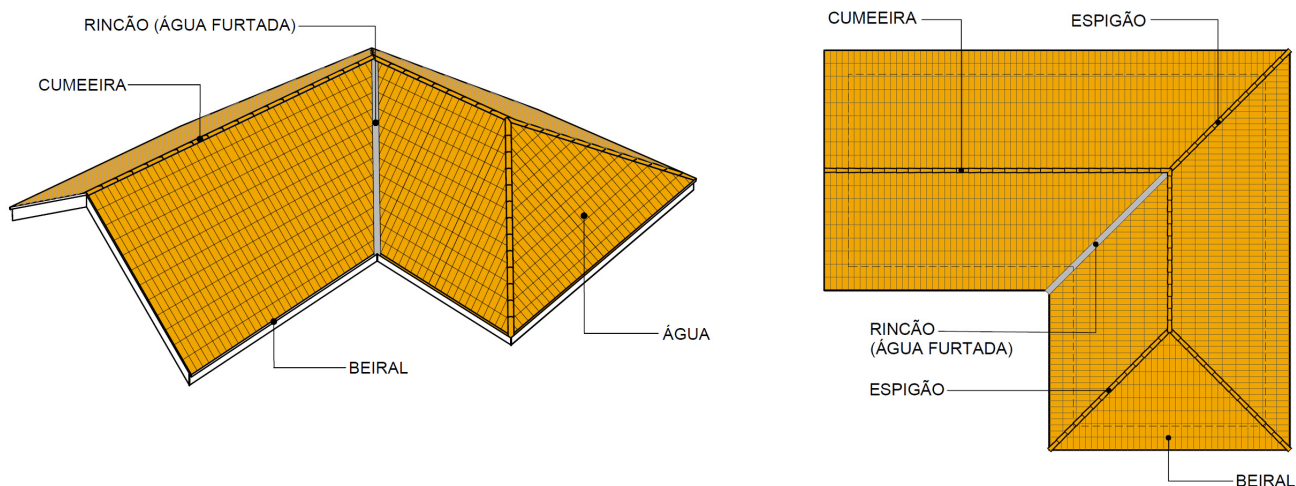


Figura 36 – Elementos do telhado. Fonte: autor

Nos cortes, as coberturas devem ser representadas através das telhas, da estrutura (madeiramento) e de outros elementos construtivos que possam existir, tais como: empenas, platibandas, chaminés, reservatórios, rufos, calhas etc. Todos estes elementos devem aparecer representados em secção e/ou em vista.

O madeiramento do telhado subdivide-se em ARMAÇÃO e TRAMA. A armação corresponde a parte estrutural constituída pelas tesouras, cantoneiras, escoras, entre outras. É a parte do telhado responsável por transferir sua carga para os apoios. A trama corresponde à quadricula formada pelas terças, caibros e ripas que se apoia na armação e que servem de apoio para as telhas.

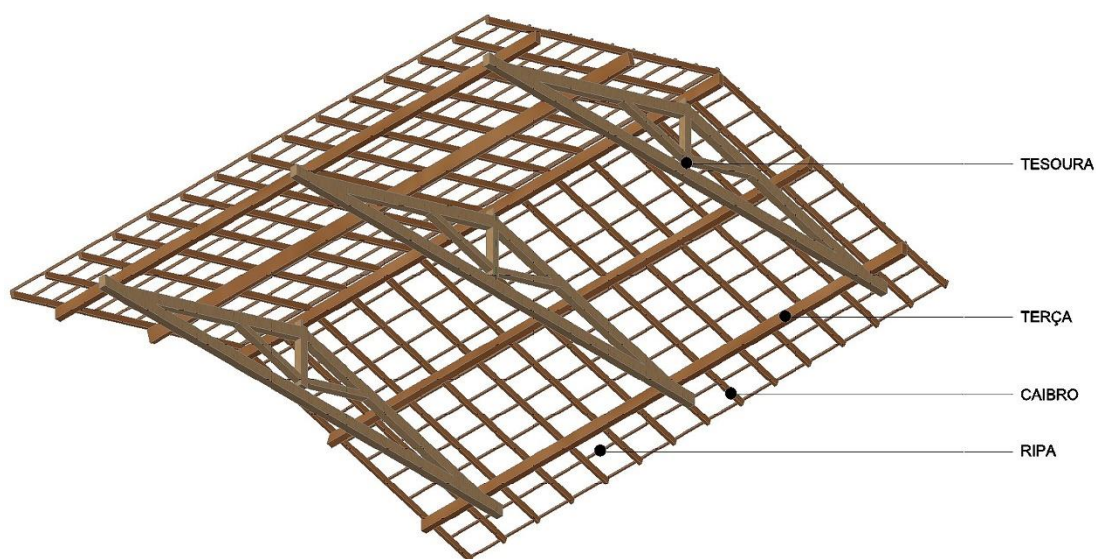


Figura 37 – Modelo da estrutura de madeira de um telhado (vista inferior). Fonte: autor

Além dessas peças principais, existem outras auxiliares cuja função é proporcionar uma maior rigidez ao madeiramento do telhado. São elas o chapuz ou calço, as ferragens ou estribos e mão francesa.

## TESOURAS

Embora possam estar diretamente apoiadas sobre as lajes, as tesouras são muito eficientes para vencer vãos sem apoios intermediários. São estruturas planas verticais que recebem cargas paralelamente ao seu plano, transmitindo-as aos seus apoios. As tesouras geralmente são compostas por:

**Perna:** Peças de disposição oblíqua que vai do ponto de apoio ao ponto mais elevado da tesoura, servindo de apoio as terças. O grau de inclinação da perna determina o grau de inclinação do telhado.

**Linha:** Peça de disposição horizontal que corre ao longo da parte inferior de tesoura e vai de apoio a apoio.

**Pendural e tirante:** Peças que ligam a linha à perna e se encontram em posição perpendicular ao plano da linha. Denomina-se pendural quando a sua posição é no centro da tesoura, e tirante nas demais posições.

**Asna e escoras:** São peças de ligação entre a linha e a perna, encontram-se, geralmente, em posição oblíqua ao plano da linha, denomina-se asna a que sai do pé do pendural, e escoras as demais.

**Estribos:** São ferragens que garantem a união entre as peças das tesouras.

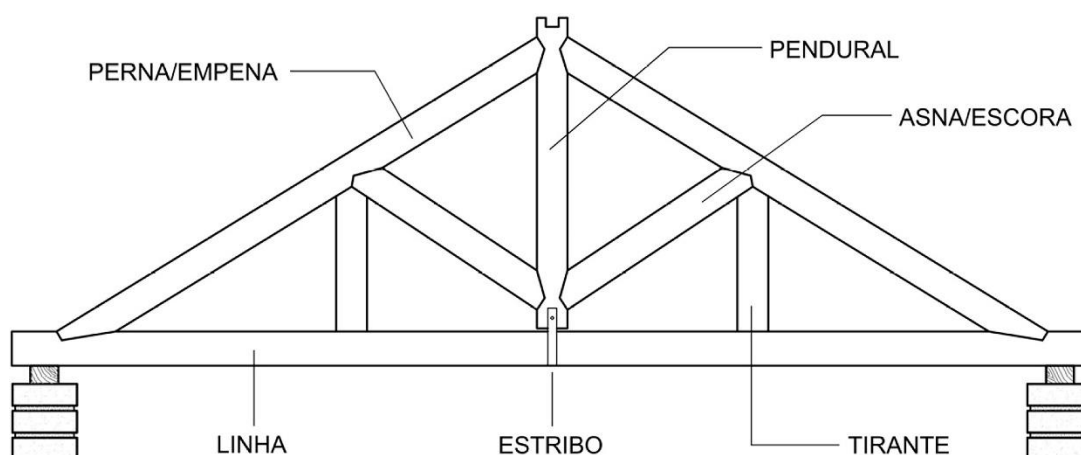


Figura 38 – Elementos de uma tesoura de telhado. Fonte: autor

Abaixo são apresentados alguns exemplos de uniões entre as peças de uma tesoura.

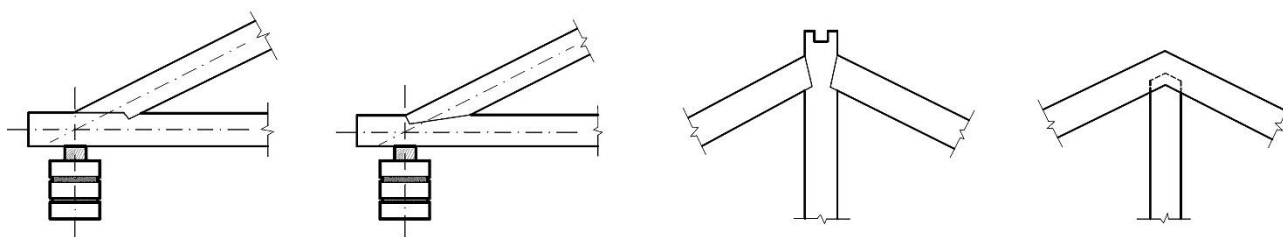


Figura 39 – Exemplos de encaixe entre as peças de uma tesoura. Fonte: autor

Em geral, para vãos até 3,00 metros as tesouras não precisam de escoras, e para vãos acima de 8,00 metros deve-se colocar tirantes. As tesouras são, geralmente, triangulares e conforme a quantidade e disposição geométrica dos tirantes e asnas/escoras recebem os seguintes nomes (os valores indicados dos vão são apenas referências para desenho):

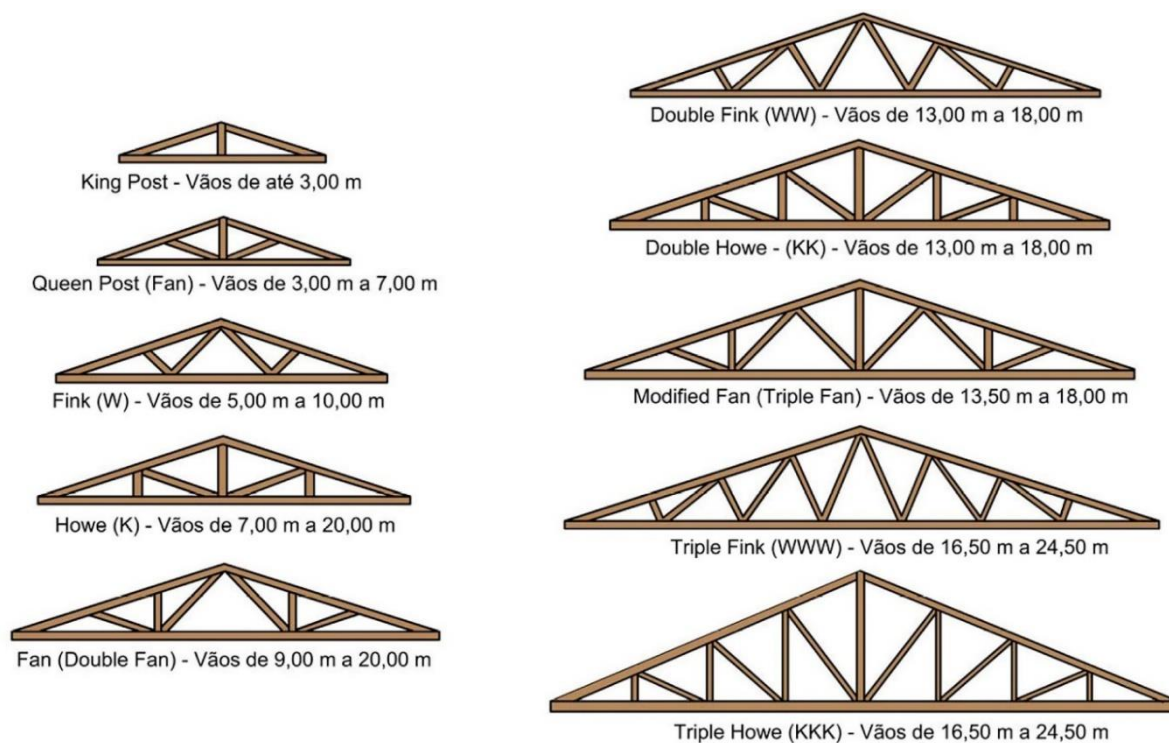


Figura 40 – Modelos de tesoura. Fonte: autor

Em alguns casos, as tesouras podem ser substituídas por elementos estruturais denominados pontaletes. Os pontaletes servem de apoio para as terças e transmitem as cargas da cobertura para a laje, paredes e/ou vigas. Em geral, os pontaletes são utilizados em edificações que possuem laje de cobertura razoavelmente compartimentada, pois mesmo possuindo berço o pontalete representa uma carga concentrada sobre a laje, sendo por isso aconselhável que os pontaletes situem-se próximos as paredes e ou/vigas de apoio

da laje. De toda a forma, a laje deve ser calculada considerando a posição e a carga dos pontaletes. A distância entre os pontaletes deve ser a mesma das tesouras e esses devem ser contraventados em ambas as direções por meio de mão francesa ou tirantes.

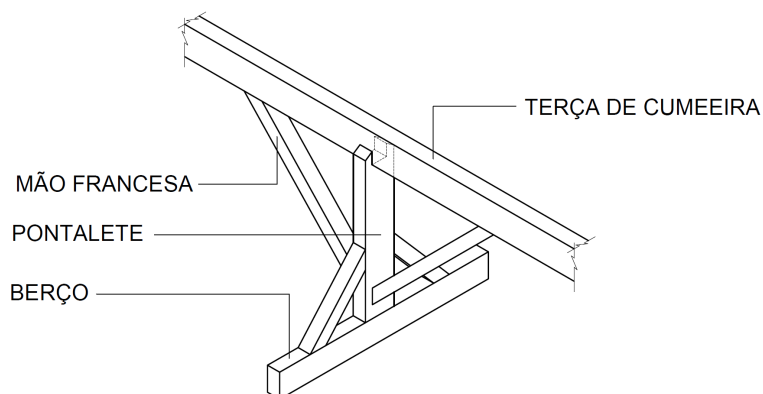


Figura 41 – Pontalete de madeira. Fonte: autor

Conforme as dimensões do telhado e possibilidade da ocorrência de deformações pela ação do vento as tesouras devem ser contraventadas de forma a tornar o conjunto estrutural mais rígido. O contraventamento, em geral, é realizado através de mão francesa e/ou diagonais cruzadas entre as tesouras no plano da cumeeira.

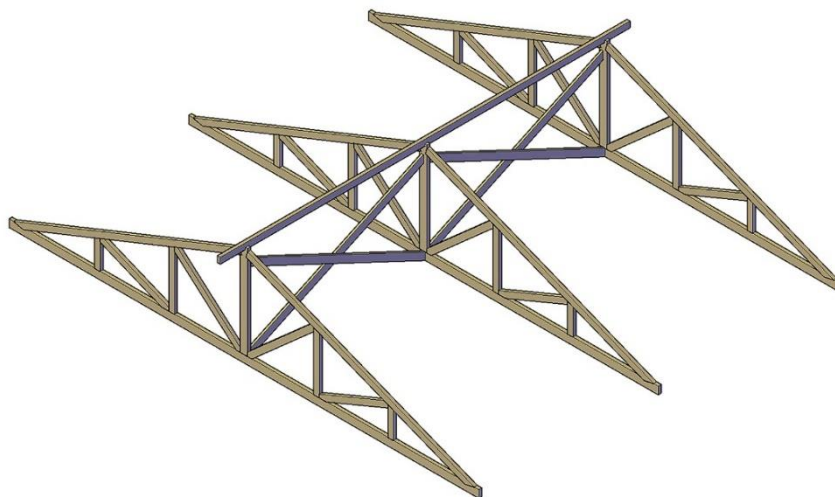


Figura 42 – Contraventamento das tesouras por diagonais. Fonte: autor

## TERÇAS

As terças são peças de disposição horizontal e perpendicular as tesouras ou pontaletes, sobre as quais são apoiadas. As dimensões das terças dependem do espaçamento entre as tesouras (ou pontaletes) do tipo de madeira e das telhas empregadas. Para melhorar a



fixação das terças perpendiculares as pernas das tesouras são utilizadas pequenas peças triangulares de madeiras denominada “chapuz”.

## **CAIBROS**

Os caibros são peças de disposição oblíqua e perpendicular as terças, sobre as quais se apoia. As dimensões dos caibros dependem do espaçamento entre as terças e do tipo de madeira empregado. O espaçamento máximo dos caibros é de 50 centímetros (eixo a eixo) para o uso de ripas comuns de 1x5 cm e de até 60 centímetros para ripas de 2,5x2,5 cm ou 1,5x5 cm.

## **RIPAS**

As ripas são a última parte da trama do telhado. São peças de disposição horizontal e perpendicular aos caibros, sobre os quais se apoiam. Normalmente são encontradas em seções de 1x5 cm; 1,5x5 cm; 2,5x5 cm e 2,5x2,5 cm. O espaçamento entre as ripas (chamado de galga) depende diretamente das telhas utilizadas pois estas são apoiadas e fixadas diretamente sobre as ripas.

Em virtude de suas pequenas dimensões, pode-se optar por não representar as ripas, simplesmente deixando entre o caibro e as telhas o espaço ocupado pelas ripas (nunca menos do que 2,5 cm em virtude da escala de redução do desenho).

## **TELHAS**

As telhas variam de tipo, material e formato. Nos telhados tradicionais de pequenas e médias edificações pode ser observado o uso de telhas cerâmicas (tais como a portuguesa, francesa, romana, paulista e colonial, etc.), telhas planas (cimentísticas, de madeira, argila, etc.), telhas de fibrocimento, telhas metálicas, entre outras. O peso, formato e tamanho das telhas determinam a dimensão e a densidade da estrutura de sustentação do telhado.

As telhas podem ser representadas nos cortes de forma mais detalhadas (visto que podem compor blocos de uso repetitivo) ou simplificada (por duas linhas paralelas). A representação mais detalhada das telhas (respeitada a escala de impressão) confere maior riqueza gráfica ao desenho.

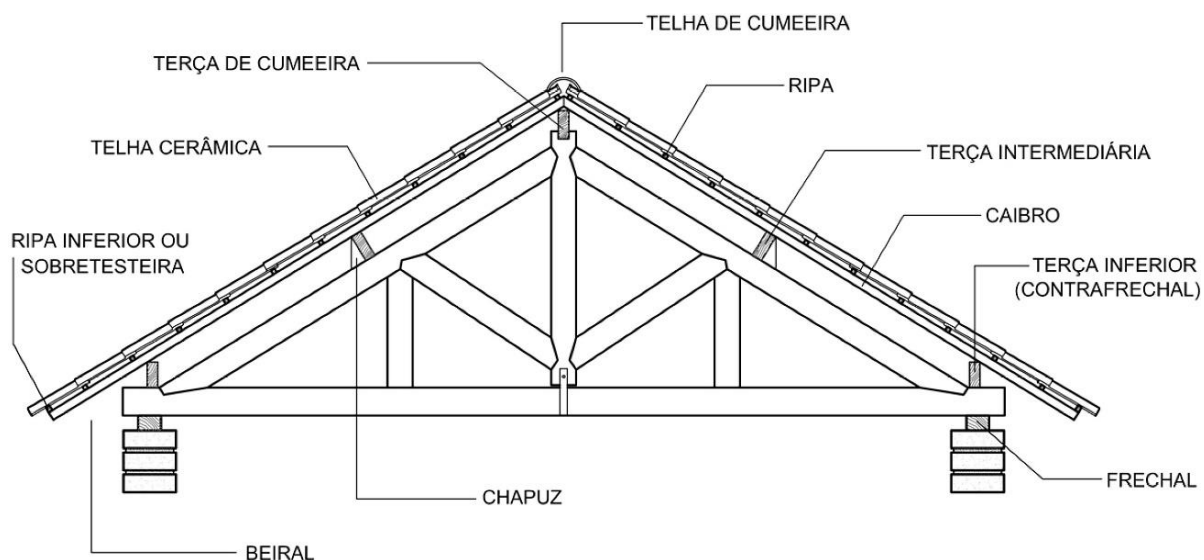


Figura 43 – Componentes de um telhado. Corte paralelo às tesouras. Fonte: autor

Na tabela seguinte são apresentadas dimensões e espaçamentos das peças da estrutura de madeira de telhados que podem ser utilizados como referência para o desenho das coberturas nos cortes.

Tabela 6 – Dimensões das peças de madeira da estrutura do telhado (referência para desenho)

PEÇAS	DIMENSÕES TÍPICAS	ESPAÇAMENTO TÍPICOS
RIPAS	5 cm x 1 cm	Varia com a dimensão das telhas, normalmente entre 32 e 42 cm
	5 cm x 1,5 cm	
	2,5 cm x 2,5 cm	
	5 cm x 2,5 cm	
CAIBRO	5 cm x 6 cm	50 cm a 60 cm
	5 cm x 7 cm	
	6 cm x 8 cm	
TERÇAS	6 cm x 12 cm	1,40 m a 1.60 m (telhas cerâmicas)
	6 cm x 16 cm	
	8 cm x 12 cm	1,80 m a 2,50 m (telhas onduladas)
	8 cm x 16 cm	
TESOURAS	Linha: 6 x 12 / 6 x 16 / 8 x 12 / 8 x 16 / 10 x 20	2,50 m a 3,50 m (telhas cerâmicas)
	Pernas e elementos internos: 6 x 12 / 6 x 16 / 8 x 12 / 8 x 16	4,00 m a 6,00 m (telhas onduladas)

As secções das peças da estrutura de madeira de um telhado variam conforme suas particularidades (geometria, vãos, tipos de telhas, cargas permanentes e acidentais, tipo de madeira etc.). As dimensões acima são apenas referência para o desenho dos telhados nos cortes. O detalhamento e execução do telhado passa forçosamente pelo devido cálculo estrutural.

Fonte: autor

A representação da cobertura deve sempre iniciar pelo(s) corte(s) paralelo(s) as tesouras o qual irá determinar a altura e a posição dos elementos do telhado. O corte perpendicular as tesouras (paralelo as terças) é feito com base neste primeiro. O ponto inicial da representação do madeiramento da cobertura depende do tipo de beiral utilizado: a) Para beiral inclinados de concreto parte-se do desenho dos caibros, os quais são apoiados diretamente sobre o beiral; b) para beirais planos de concreto parte-se do encontro da linha inferior das telhas com a gola do fim do beiral; c) para beirais em vã parte-se do encontro do eixo da parede de apoio (ou parede externa) com o eixo da linha da tesoura (seja essa apoiada em frechal ou não); d) para telhados com platibandas com calhas do tipo coxo, parte-se da linha da tesoura; e) para beiras com platibanda e calhas do tipo platibanda também parte-se da linha da tesoura.

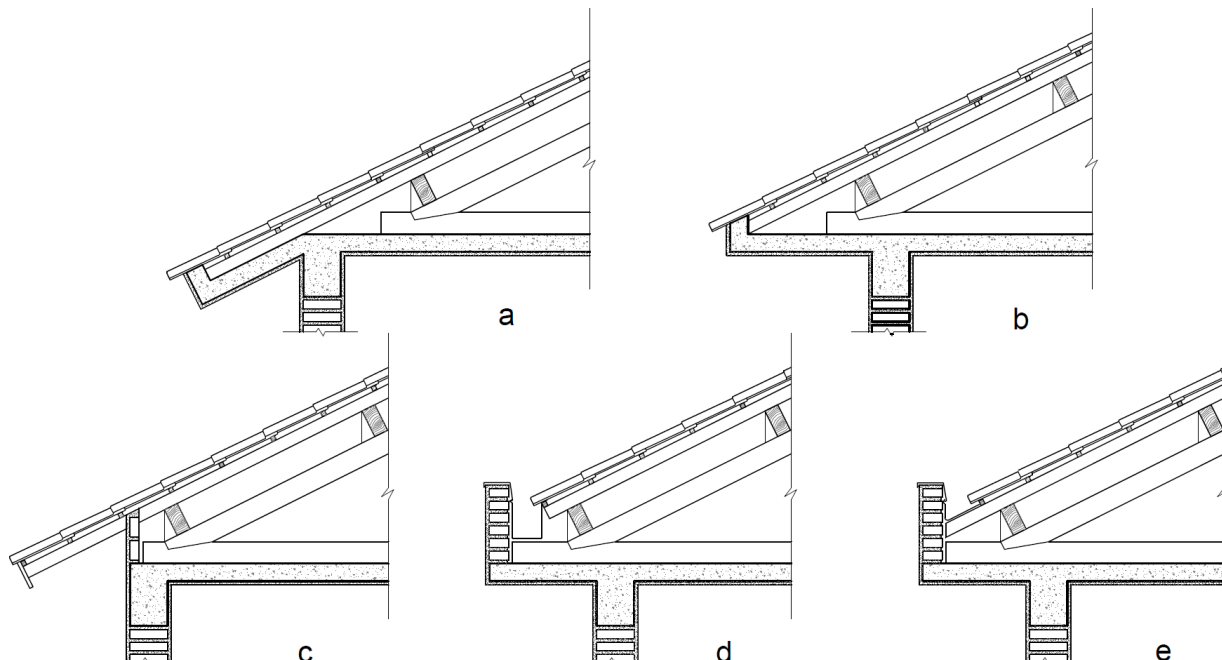


Figura 44 – Diferentes situações de lançamento (ponto de inicial) de representação da cobertura em corte paralelo as tesouras. Fonte: autor

A seguir é apresentado uma sequência de representação de um corte paralelo as tesouras em uma cobertura de duas águas com beirais em vã, o qual passaremos a chamar de Corte AA:

1º) Marcação dos eixos da linha, do apoio e do pendural (para tanto deve ser definida as secções das peças da tesoura, conforme a Tabela 4). A inclinação do eixo da perna pode ser facilmente representada através de um triângulo retângulo em que o cateto maior é a unidade de medida (1 metro) e o cateto menor é o percentual de inclinação convertido para centímetros). O eixo da perna parte do encontro do eixo do apoio com o eixo da linha.

2º) A partir dos eixos são representadas as arestas dos respectivos elementos. A representação somente é realizada para um dos lados da tesoura, visto que essa, neste caso, é simétrica e o segundo lado será obtido por rebatimento do primeiro.

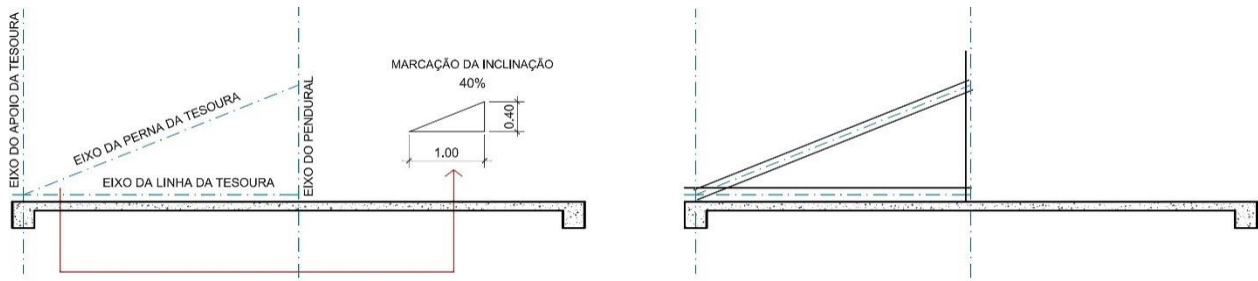


Figura 45 – 1º e 2º passos de representação do telhado no corte paralelo as tesouras. Fonte: autor

3º) Representação dos encaixes entre perna, linha e pendural.

4º) Marcação da altura das terças e representação da terça inferior e da metade da terça de cumeeira (em corte).

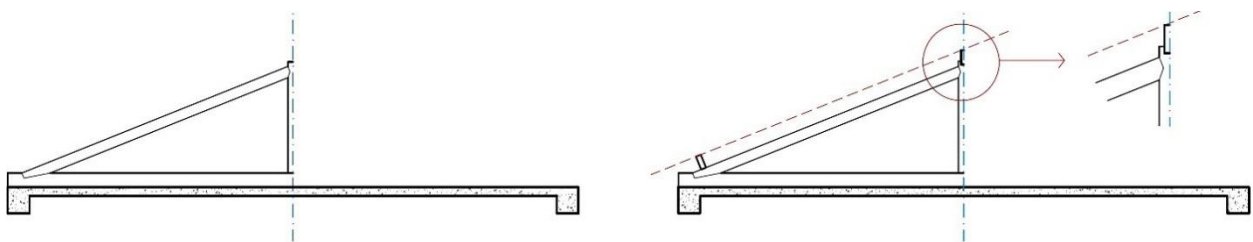


Figura 46 – 3º e 4º passos de representação do telhado em corte no corte paralelo as tesouras. Fonte: autor

5º) Marcação da distância entre a os eixos da terça inferior e da terça de cumeeira; divisão da distância em  $n$  partes de forma que o espaçamento entre as terças fique igual ou menor do que o indicado na Tabela 6. Representação da(s) terças intermediária(s) no(s) ponto(s) de divisão.

6º) Marcação do eixo da(s) terça(s) intermediária(s) a partir do encontro destas com a aresta superior da perna; marcação dos eixos do(s) tirante(s) e da(s) asna(s); representação das arestas do(s) tirante(s) e da(s) asna(s).

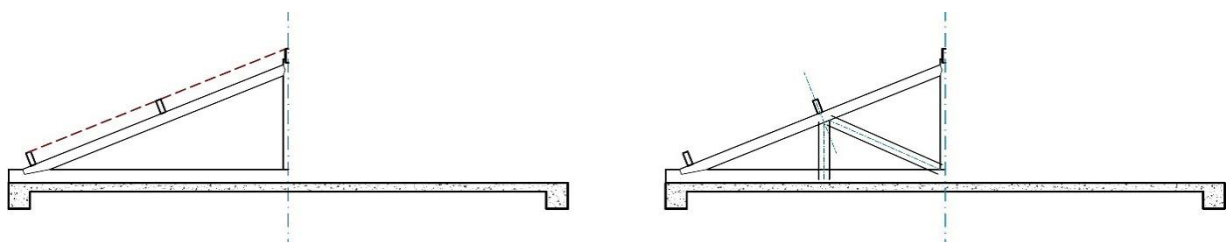


Figura 47 – 5º e 6º passos de representação do telhado em corte no corte paralelo as tesouras. Fonte: autor

- 7º) Representação do caibro e do chapuz; acabamento do(s) tirante(s) e asna(s).
- 8º) Representação das telhas (ou inserção de blocos com essas) deixando um espaço de aproximadamente 3,0 cm entre as telhas e o caibro, representativo das ripas (ou representação destas).

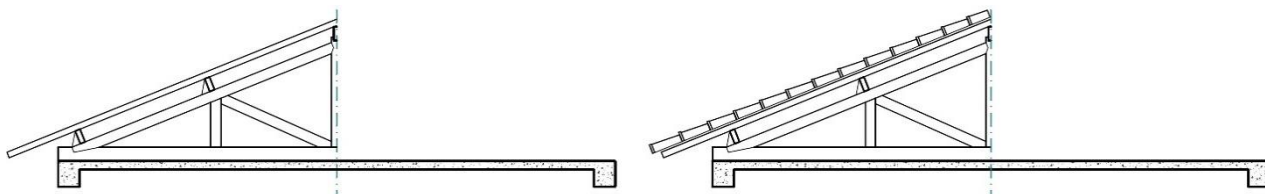


Figura 48 – 7º e 8º passos de representação do telhado em corte. Fonte: autor

- 9º) Representação da testeira do beiral; representação de alvenaria a cutelo (entre 7 e 10 cm de espessura) que faz o fechamento entre a laje e as telhas; representação da metade da telha de cumeeira.
- 10º) Rebatimento do desenho; colocação de textura de madeira nas peças cortadas (terças e testeira).

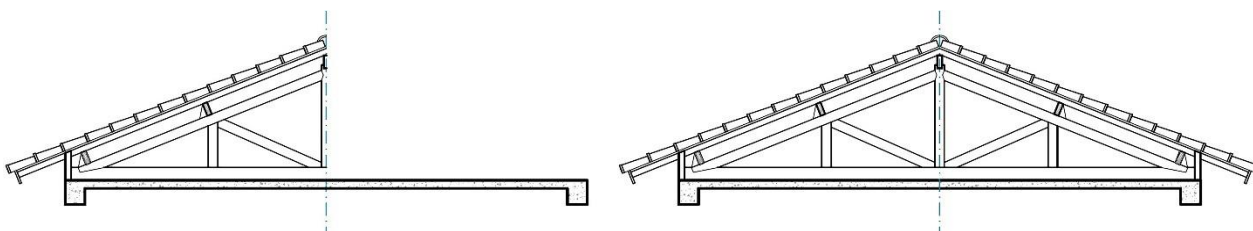


Figura 49 – 9º e 10º passos de representação do telhado em corte no corte paralelo as tesouras. Fonte: autor

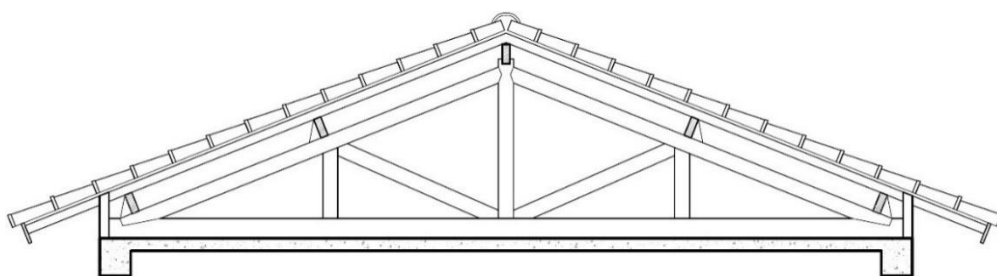


Figura 50 – Representação da cobertura no corte paralelo as tesouras. Fonte: autor

A seguir é apresentado uma sequência de representação da cobertura no corte perpendicular as tesouras (paralelo as terças), o qual, neste exercício, passa pela cumeeira e passaremos a chamar de Corte BB. Para representação deste corte toma-se por base o corte paralelo as tesouras (Corte AA), puxando desse último as alturas e as posições de diversos elementos.

1º) Marcação, a partir do Corte AA da posição e altura da terça de cumeeira; representação da vista da terça de cumeeira, de beiral a beiral.

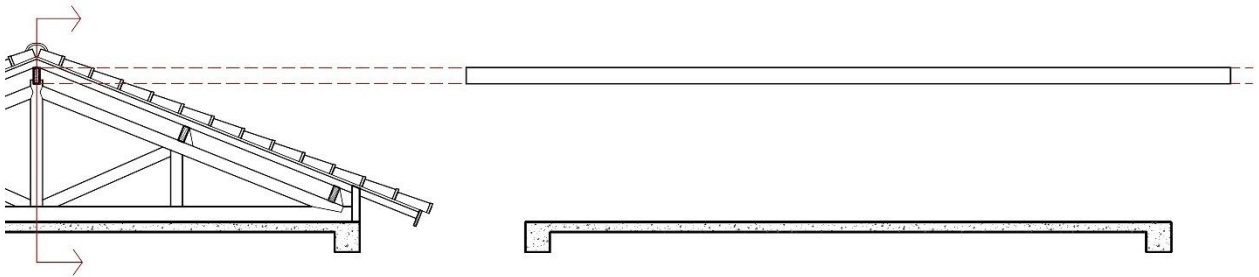


Figura 51 – 1º passo de representação do telhado no corte perpendicular as tesouras. Fonte: autor

2º) Representação dos oitões em corte; representação das tesouras (cortadas pelo pendural) com distanciamento entre elas conforme a Tabela 6 (no caso específico desta representação os oitões estão sendo utilizados como apoio para as terças e, por consequência, não foram representadas tesouras junto aos mesmos); marcação da posição e altura das demais terças; representação da(s) vista(s) da(s) terça(s) intermediária(s) e da terça inferior.

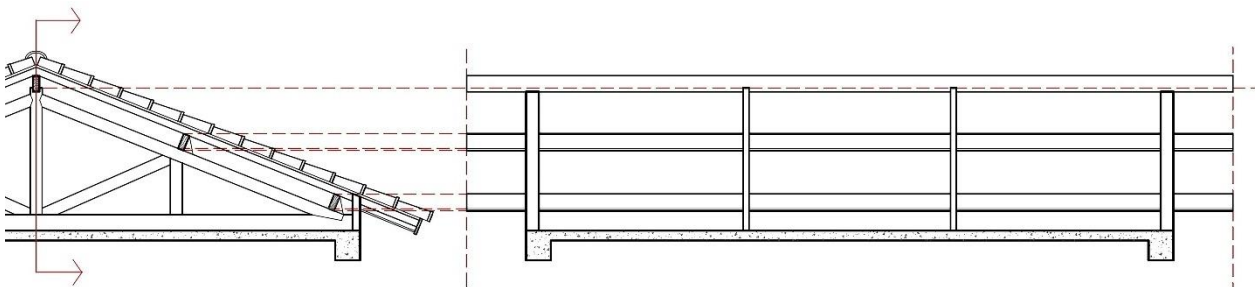


Figura 52 – 2º passo de representação do telhado no corte perpendicular as tesouras. Fonte: autor

3º) Marcação de linha representando a distância de beiral a beiral; divisão da linha em n segmentos correspondentes a distância entre os eixos dos caibros (conforme a Tabela 6); representação dos caibros (parte em corte e parte em vista).

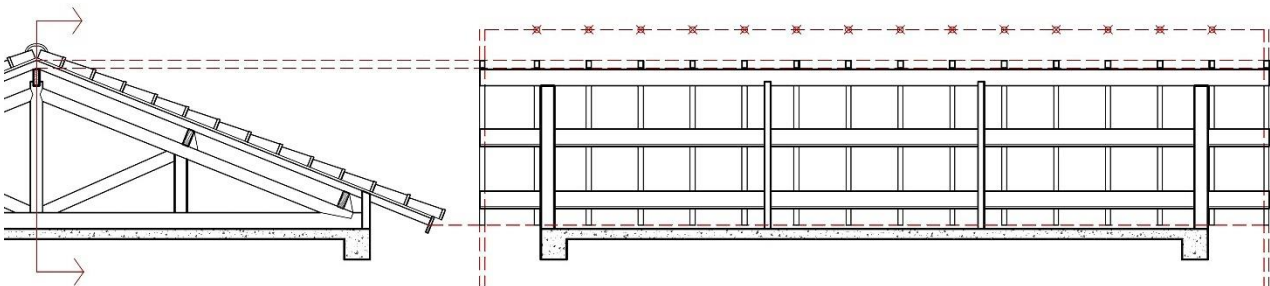


Figura 53 – 3º passo de representação do telhado no corte perpendicular as tesouras. Fonte: autor

4º) Representação da testeira do beiral (em corte e em vista); representação das telhas de cumeeira (ou inserção de bloco com as mesmas); eliminação das partes dos caibros escondidas pela alvenaria de fechamento entre a laje e as telhas (Corte AA); inserção de textura de madeira nos elementos em corte (tesoura, terço de cumeeira, parte superior dos caibros).

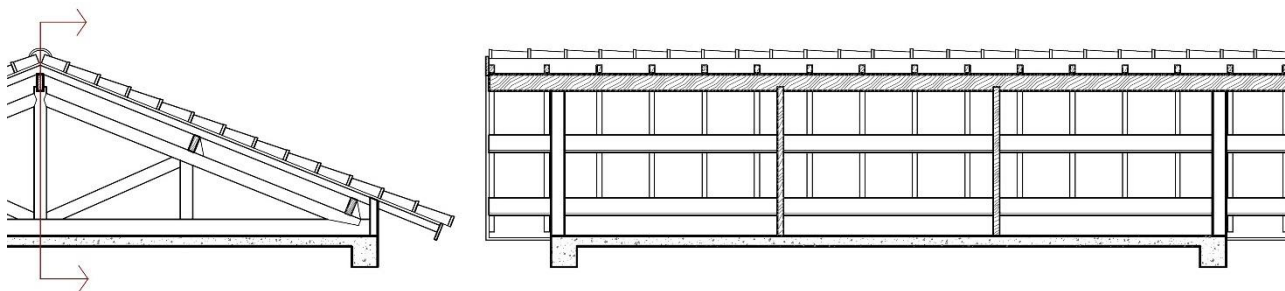


Figura 54 – 4º passo de representação do telhado no corte perpendicular as tesouras. Fonte: autor

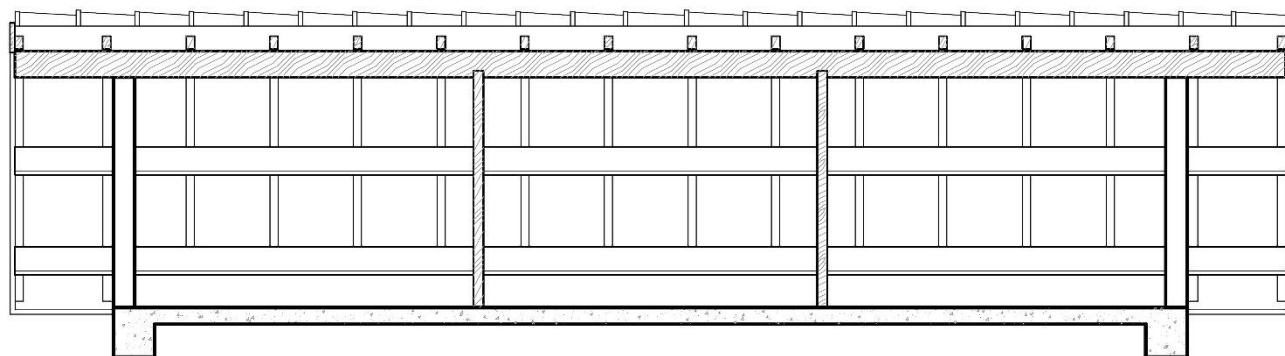


Figura 55 – Representação do telhado no corte perpendicular as tesouras. Fonte: autor

A representação do Corte BB sofre mudança caso este não passe pela cumeeira. As telhas são cortadas paralelamente as “ondas” e a tesoura passa a ser cortada pela linha, perna e, neste caso específico, asna. As tesouras são representadas parte em corte e parte em vista.

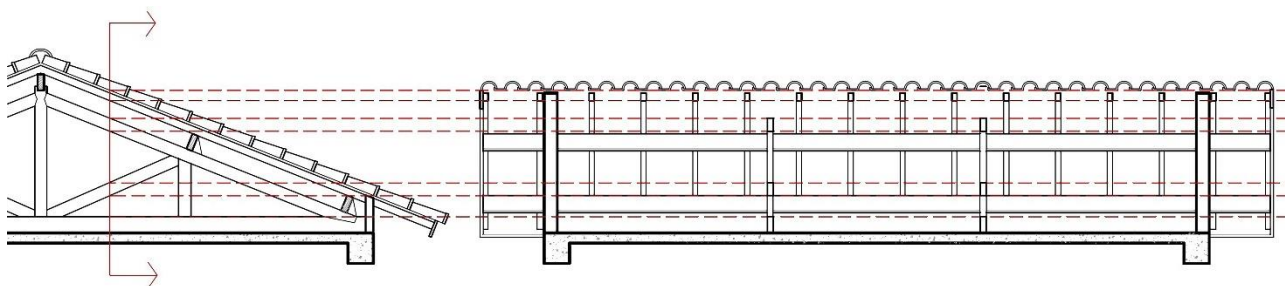


Figura 56 – Variação na representação do telhado no corte perpendicular as tesouras. Plano de corte passando fora da cumeeira . Fonte: autor

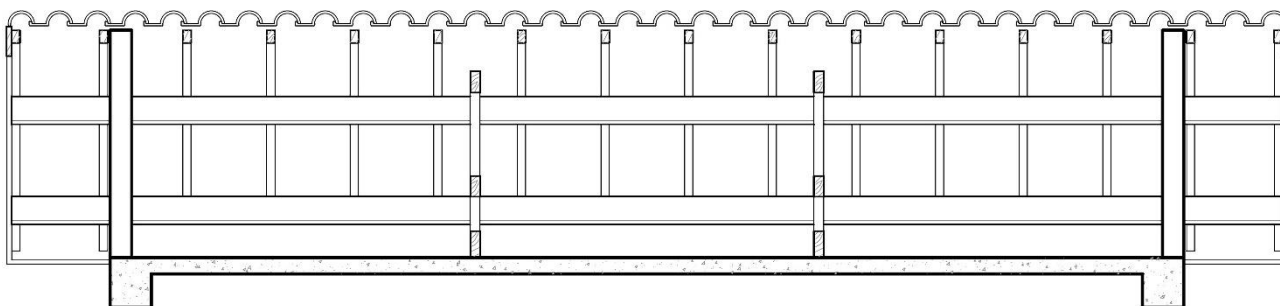


Figura 57 – Representação do telhado no corte perpendicular as tesouras. Plano de corte passando fora da cumeeira. Fonte: autor

Quando o corte passa muito próximo ao beiral pouco aparece da estrutura do telhado. Neste caso pode-se fazer um desvio do plano de corte, logo acima da laje, alterando sua posição para a cumeeira ou outra que se apresentar mais adequada. Se assim for feito, deve ser indicado claramente no desenho que houve o desvio do plano.

### 3.2.3.9 Cotas e referências de níveis

**Cotas:** São representadas exclusivamente as cotas verticais, de todos os elementos de interesse em projeto, e principalmente:

- ▶ pés direitos (alturas do piso ao forro/teto dos compartimentos);
- ▶ altura de balcões e armários fixos;
- ▶ altura de impermeabilizações parciais;
- ▶ cotas de peitoris, janelas e vergas;
- ▶ cotas de portas, portões e respectivas vergas;
- ▶ espessura das lajes;
- ▶ espessura dos pisos e contrapisos
- ▶ alturas de patamares de escadas e pisos intermediários;
- ▶ altura de empenas e platibandas;
- ▶ altura de cumeeiras; e
- ▶ altura de reservatórios, chaminés e outros volumes.

Não se cotam os elementos abaixo do contrapiso e as vigas de amarração.

A figura a seguir mostra a cotagem típica de um corte. Ressalta-se que quanto maior o número e maior a complexidade dos elementos construtivos presentes no corte, igualmente maior é o número de cotas necessárias aos seus dimensionamentos.



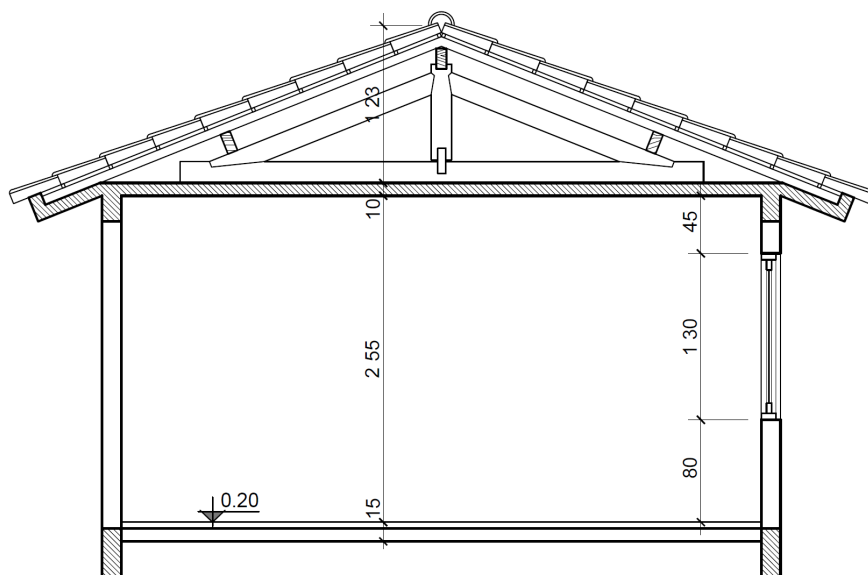


Figura 58 – Exemplo de cotação de um corte. Fonte: autor

**Níveis:** Devem ser indicados todos os diferentes níveis presentes no corte. Evita-se a repetição desnecessária de níveis, identificando-os sempre que for visualizada uma transição de nível. Não se coloca cotas de níveis em de sucessões de desníveis repetitivos, como no caso dos degraus de uma escada.

Os níveis devem ser sempre indicados em METROS e acompanhados do sinal negativo caso localizarem abaixo do nível de referência (00). Opcionalmente pode ser usado o sinal positivo para o caso de níveis localizados acima do nível de referência. Os níveis sempre são indicados com referência a cota de nível ZERO do projeto.

As cotas de nível em corte possuem uma simbologia própria, que a diferencia da cota de nível em planta baixa (mas ambas devam possuir o mesmo valor para o mesmo local).



Figura 59 – Símbolo de nível em corte. Fonte: autor

### 3.2.4 Sequência de montagem de um corte

Os cortes são elaborados a partir das plantas baixas. Sugere-se a seguinte sequência de procedimentos:

- 1º) Isolar os principais elementos da planta baixa juntamente com os símbolos de cortes e fazer uma cópia destes.

- 2º) Rotacionar (se necessário) a planta baixa copiada, de forma a posicionar o plano de corte na horizontal e com o sentido de visualização voltado para cima.
- 3º) Representar os principais elementos seccionados pelo plano de cortes (vigas de fundações, lajes, vigas de amarração, vigas estruturais, contrapisos e paredes) através dos cruzamentos de linhas verticais “puxadas” dos elementos na planta baixa com as linhas horizontais representativas das alturas desses elementos.
- 4º) Abrir, nas paredes, os vão das aberturas seccionadas pelo plano de corte.
- 5º) Representar elementos estruturais inclinados, tais como beirais de concreto, lajes inclinadas, etc.
- 6º) Representar, a partir de linhas puxadas da planta baixa, elementos principais em vista, tais como as paredes e os vão de abertura.
- 7º) Representar os pisos (em corte).

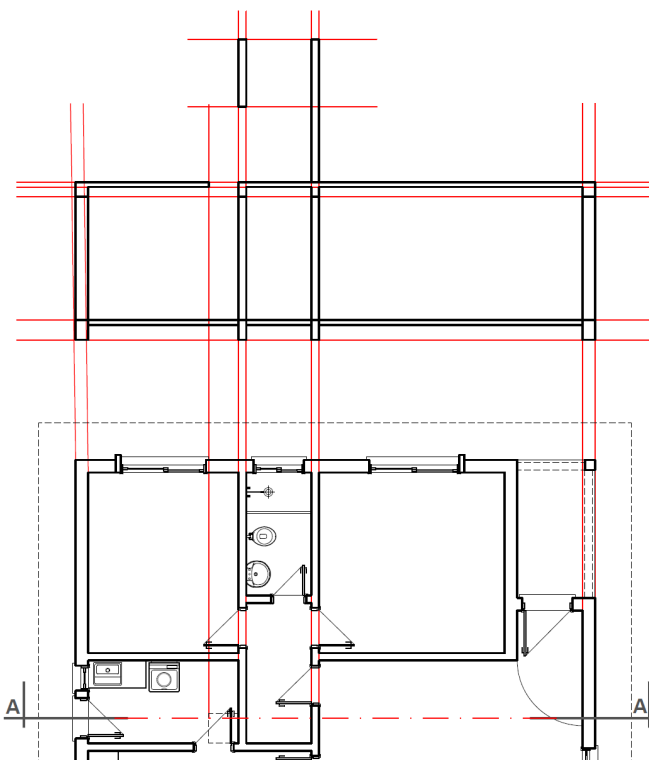


Figura 60 – Passos 1º a 3º da representação de um corte paralelo as tesouras. Fonte: autor

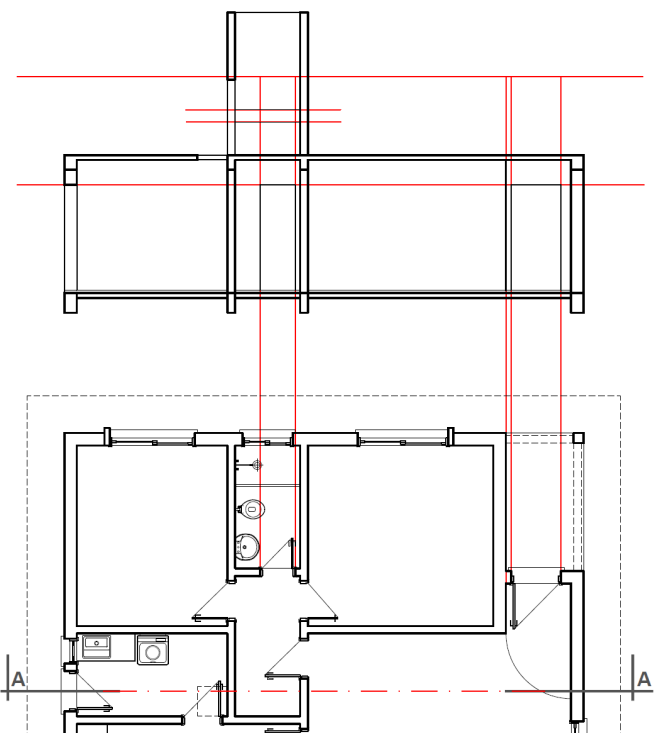


Figura 61 – Passos 4º a 7º da representação de um corte paralelo as tesouras. Fonte: autor

- 8º) Inserir blocos das esquadrias em corte e em vista (ou representá-las no caso de não haver blocos específicos).
- 9º) Inserir demais blocos (por exemplo: equipamentos hidrossanitários e fixos).
- 10º) Representar a cobertura (estrutura e telhas).

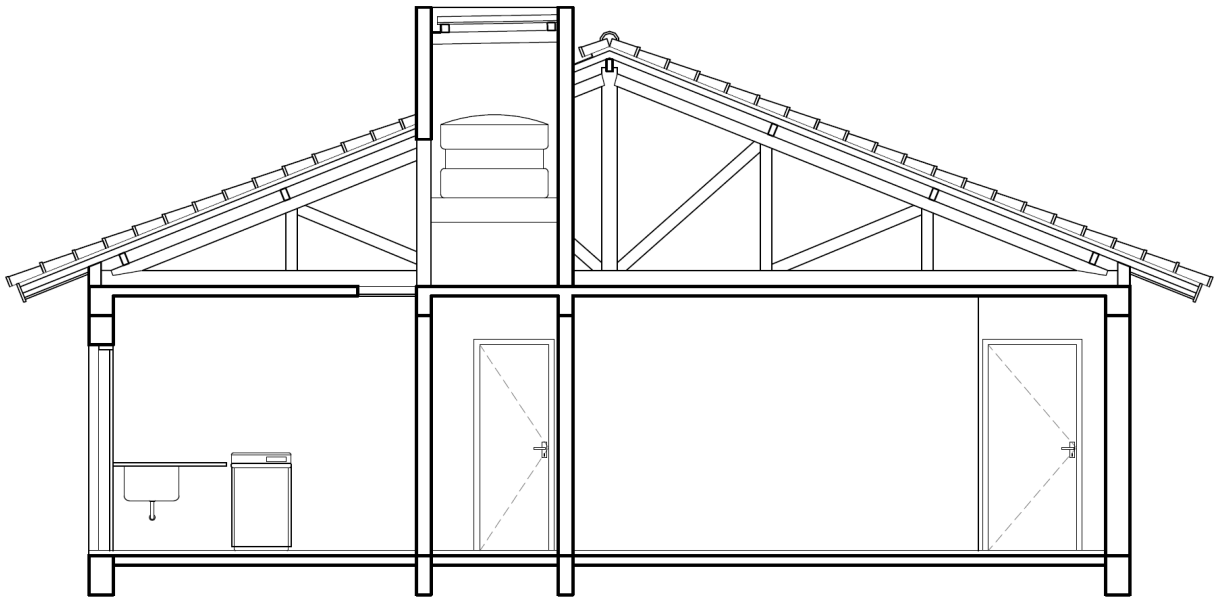
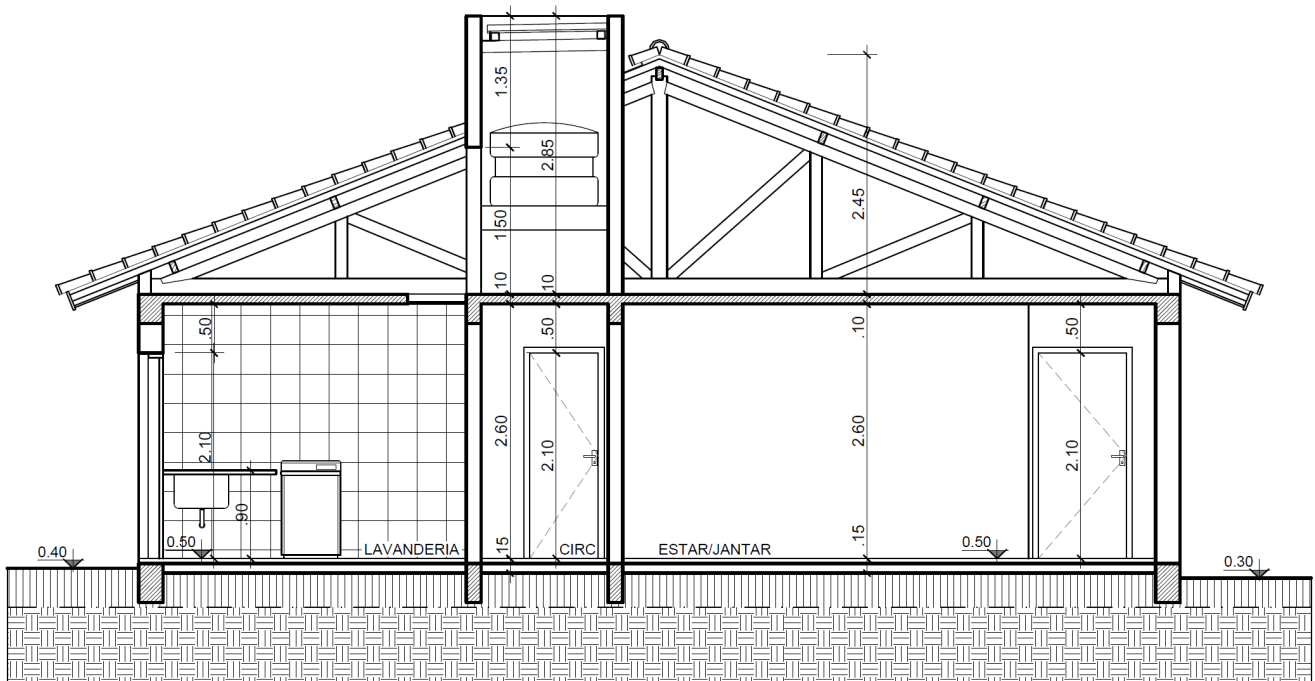


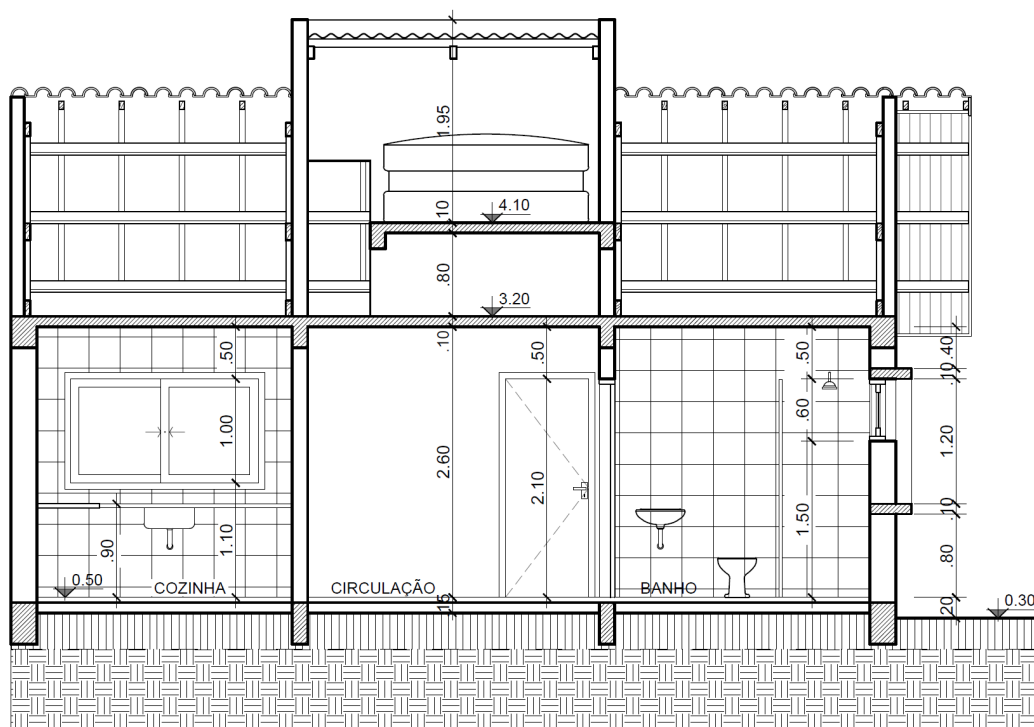
Figura 62 – Passos 8º a 10ª da representação de um corte paralelo as tesouras. Fonte: autor

- ▶ 11º) Representar o terreno (base do corte).
- ▶ 12º) Inserir as cotas de níveis e cotar (somente cotas verticais).
- ▶ 13º) Colocar as hachuras representativas das paredes impermeáveis.
- ▶ 14º) Colocar as hachuras representativas dos elementos em concreto e demais hachuras (por exemplo: terreno natural e aterro).



CORTE AA

Figura 63 – Passos 11º a 14º da representação de um corte paralelo as tesouras. Fonte: autor



CORTE BB

Figura 64 – Representação do corte perpendicular as tesouras. Fonte: autor

### 3.3 FACHADAS

As fachadas ou elevações são elementos gráficos do desenho arquitetônico constituídos por vistas ortográficas principais (frontal, posterior, lateral esquerda, lateral direita) ou eventualmente auxiliares da edificação, elaborados com a finalidade de fornecer informações para a execução da edificação, bem como antecipar sua visualização externa.

Por ter um caráter visual as fachadas não são cotadas, ou seja, não é especificada nenhuma dimensão da edificação nos desenhos das fachadas. As informações descritivas, que eventualmente podem vir expressas nos desenhos das fachadas, apenas dizem respeito aos materiais utilizados na composição externa da edificação, principalmente os revestimentos. Devido a esse caráter o desenho das fachadas exige um maior rigor na determinação das espessuras dos traços, de forma a representar corretamente a posição dos diversos planos e as relações entre cheios e vazios. O uso de técnicas de expressão gráfica na representação das texturas dos materiais, e aplicação de recursos gráficos, tais como as sombras e elementos de humanização (vegetação, figura humana, veículos, etc.), são de grande importância na representação das fachadas, pois facilitam seu entendimento e qualificam a visualização prévia da edificação. Mas deve-se sempre tomar o cuidado de manter o caráter técnico da representação.

As fachadas são elaboradas na mesma escala dos cortes e da planta baixa.

Veja no exemplo a seguir a representação de uma fachada.

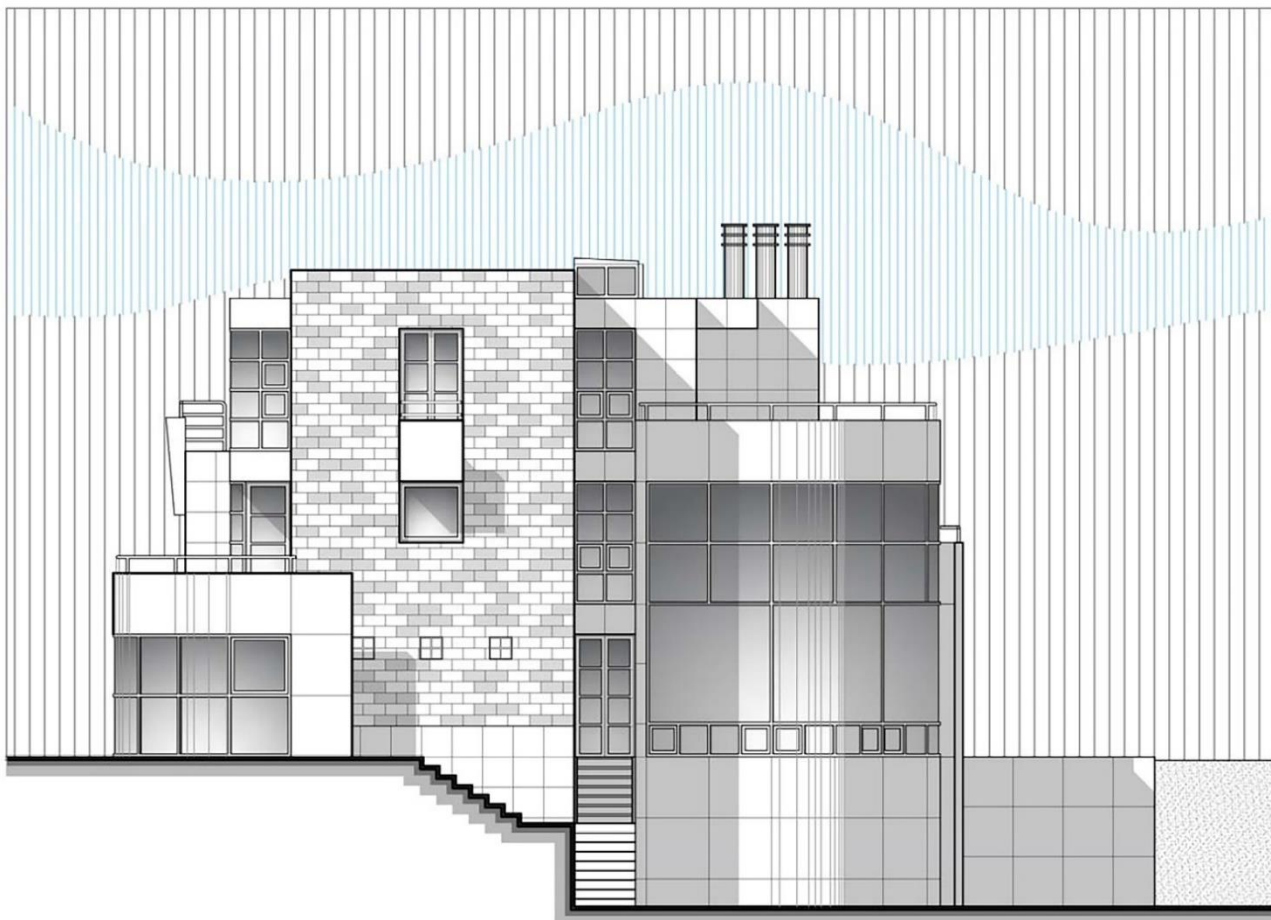


Figura 65 – Exemplo de representação de uma fachada. Fonte: autor

### 3.3.1 Montagem das fachadas

As fachadas são desenhadas a partir das plantas baixas e dos cortes da edificação. Usa-se um processo similar ao apresentado na representação dos cortes, seguindo a seguinte sequência de procedimentos gerais:

- 1º) Isolar os principais elementos da(s) planta(s) baixa(s) e dos cortes;
- 2ª) fazer cópias destes elementos;
- 3º) rotacionar quando necessário a planta baixa e posicionar as cópias do(s) corte(s) e da planta ao lado e acima ou abaixo da área destinada a representação da fachada; e
- 4º) puxar linhas a partir da planta e do(s) cortes correspondentes as alturas, posições e dimensões dos planos e elementos da fachada.

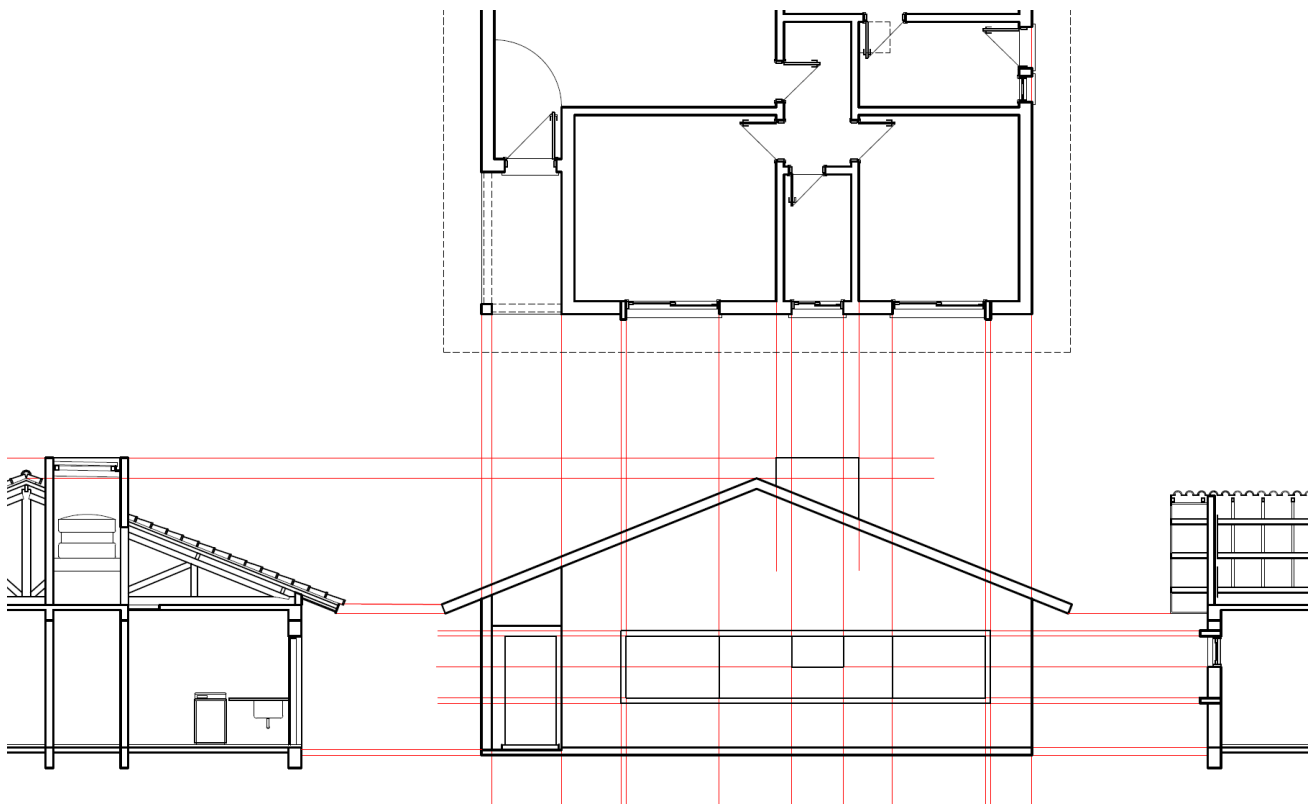


Figura 66 – Montagem da representação de fachada. Fonte: autor

### 3.3.2 Espessuras das linhas

Após a montagem dos planos de fachada devem ser definidas as espessuras das linhas, atribuindo-se/alterando-se as cores das linhas conforme seus diferentes pesos visuais (segundo a metodologia de cores utilizada pelo usuário do programa CAD). Para isso, alguns critérios devem ser seguidos:

a) As linhas dos planos mais próximos ao observador devem ser mais espessas do que as dos planos mais afastados. As diferenças nos pesos das linhas auxiliam na sugestão da profundidade dos planos. Quanto mais pesada a delineação de um elemento, mais para a frente ele parece situar-se; quanto mais leve a delineação, mais ele parece recuar.

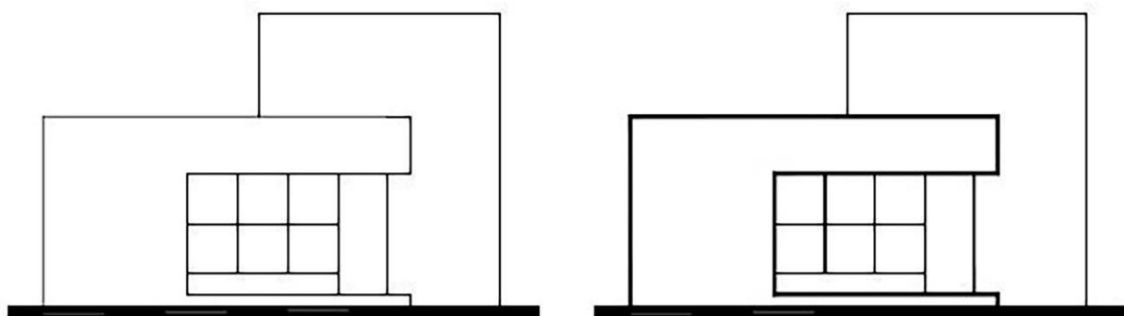


Figura 67 – Diferenciação de espessuras de linhas no desenho de fachada. Fonte: autor

b) As linhas de contorno dos planos devem ser mais espessas do que as linhas internas aos mesmos.

c) As linhas que definem os vãos devem ser mais espessas do que as dos elementos que neles se situam.

### 3.3.3 Uso de blocos

Para representação de elementos que seguem determinada padronização, tal como as esquadrias, podem ser usados blocos previamente definidos, desde que as linhas que os compõem sigam o mesmo padrão de cor/espessura utilizado pelo usuário.

### 3.3.4 Uso de hachuras

Nos desenhos das fachadas as hachuras são utilizadas para indicarem as texturas de materiais tais como tijolo a vista, concreto, vidro, grama, pedra, etc. Deve-se escolher padrões de hachuras que melhor represente os diferentes tipos de materiais e definir corretamente a escala de sua aplicação (tamanho e/ou distanciamento dos elementos da hachura). A figura a seguir apresenta alguns exemplos de representações de texturas.

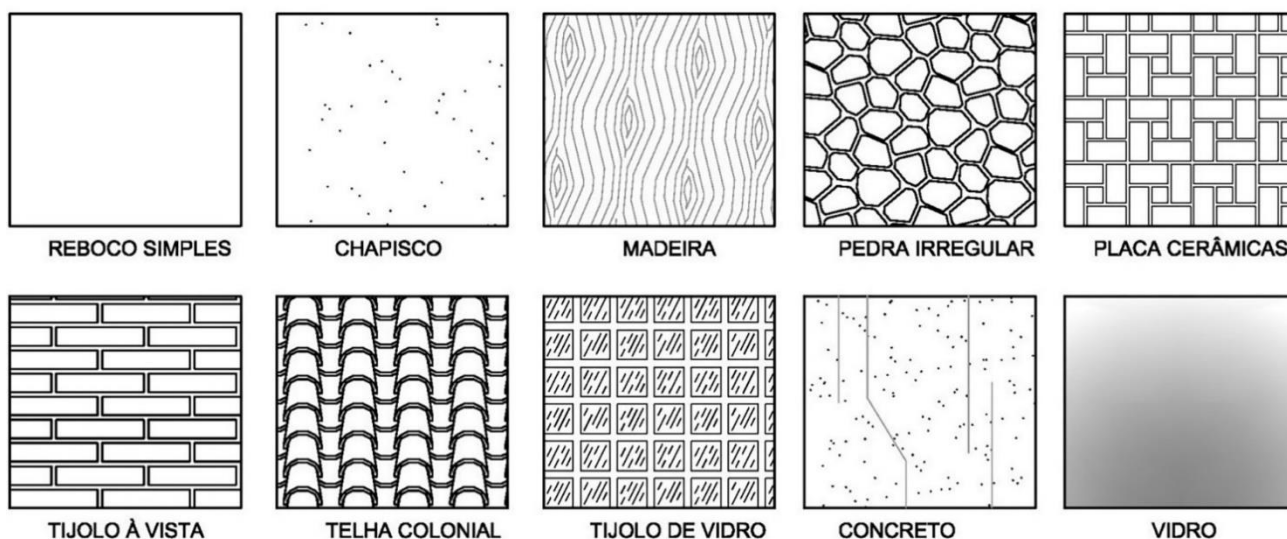


Figura 68 – Representação das texturas de diferentes materiais de revestimento. Fonte: autor

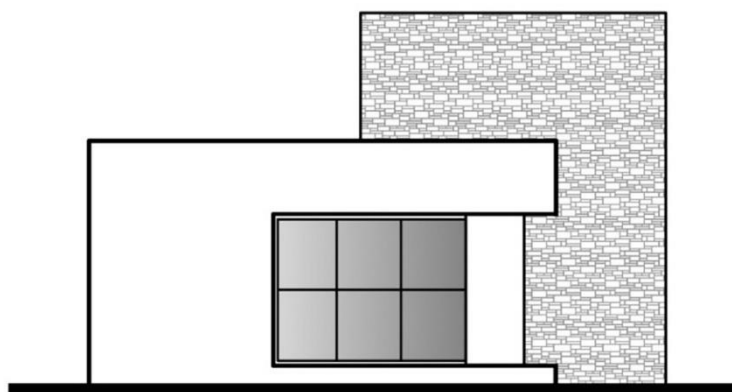


Figura 69 – Exemplo da aplicação de texturas na representação de fachadas. Fonte: autor

### 3.3.5 Uso de sombras

A utilização de sombras nas fachadas amplia a nossa percepção da arquitetura, dando uma maior noção de profundidade, realçando e adicionando uma maior clareza e materialidade as formas representadas.

O cálculo e traçado de sombras demandam um estudo específico. No desenho arquitetônico, como forma de simplificar a representação, convencionou-se utilizar raios luminosos com direção de 45° em planta e em elevação, como se fosse à diagonal de um cubo.

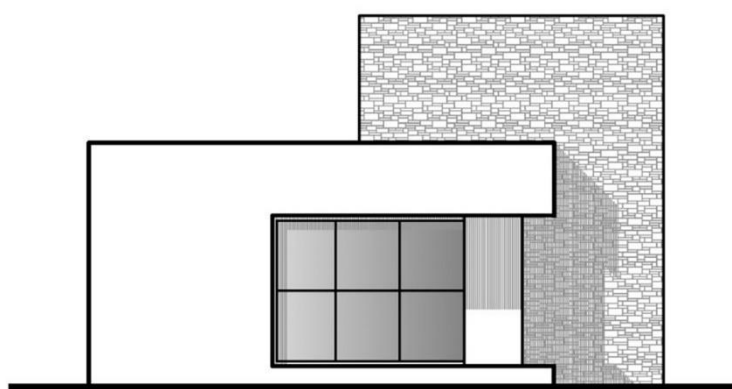


Figura 70 – Exemplo da aplicação de sombras na representação de fachadas. Fonte: autor

### 3.3.6 Uso de elementos de humanização

Figuras humanas e veículos são utilizados na representação das fachadas como elementos de proporção no desenho. Conhecendo intuitivamente o tamanho de pessoas e veículos, e



os relacionados visualmente com a edificação, o leitor do desenho tem uma noção das dimensões proporcionais dos elementos de uma fachada.

A vegetação é utilizada na arquitetura com diversas funções, serve, por exemplo, para auxiliar no conforto térmico da edificação protegendo as fachadas contra a insolação, ou para criar áreas de sombra para o lazer. Mas um dos usos mais importantes é o de auxiliar na composição estética da edificação. Neste sentido, o uso de vegetação na representação das fachadas é uma forma do projetista mostrar a concepção estética global do projeto (edificação + entorno imediato).

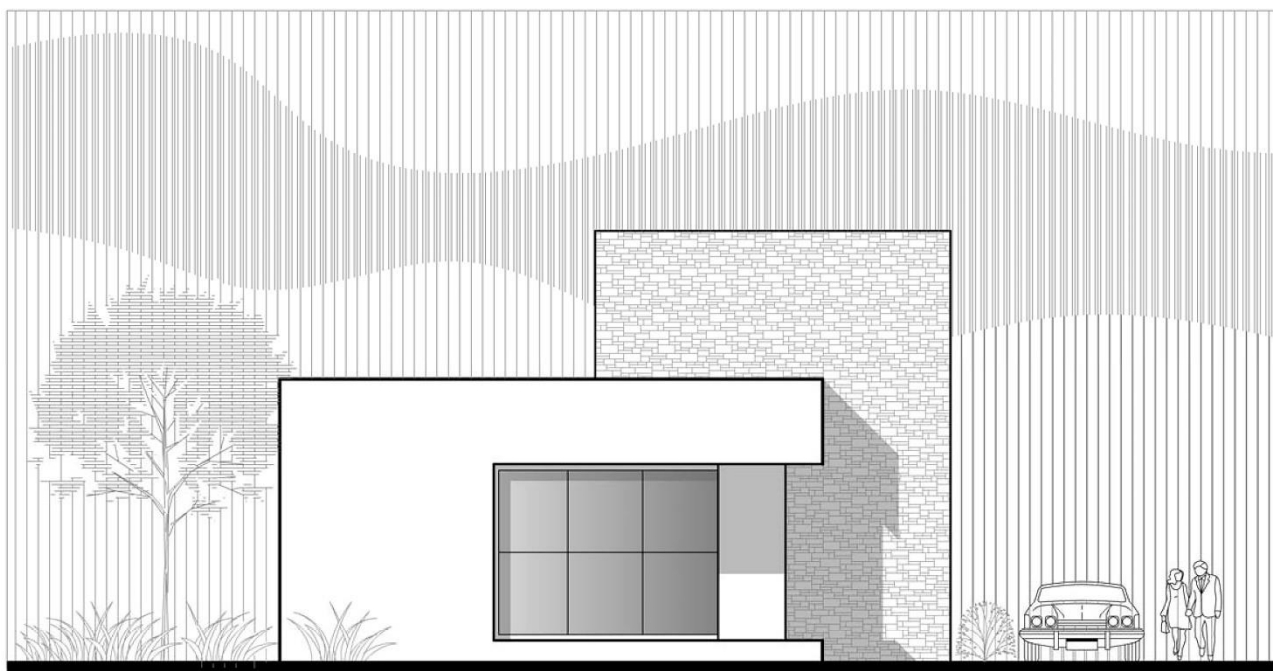


Figura 71 – Exemplo do uso de elementos de humanização na representação de fachadas.

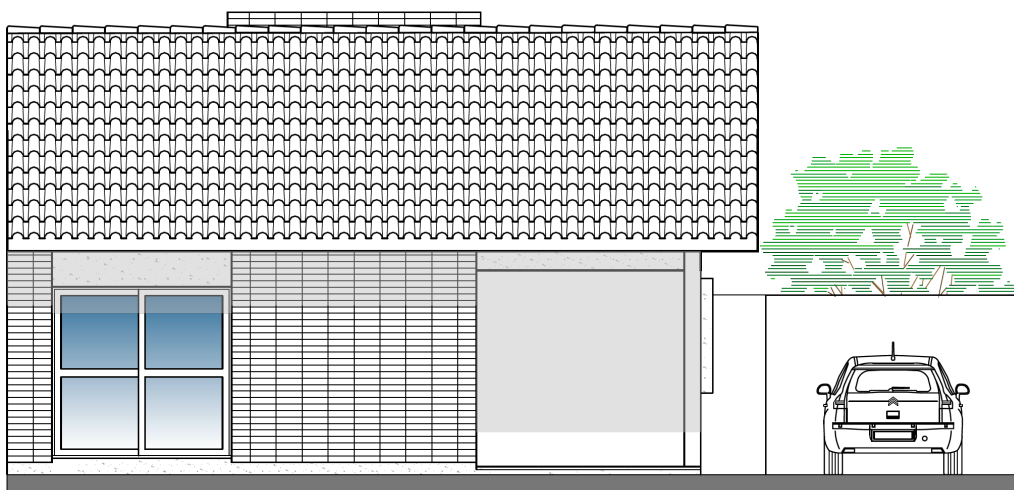
Fonte: autor

### 3.3.7 Nomenclatura

Existe mais de uma maneira aceita de se nomear as elevações, mas uma vez adota uma delas deve-se usá-la para todas as representações.

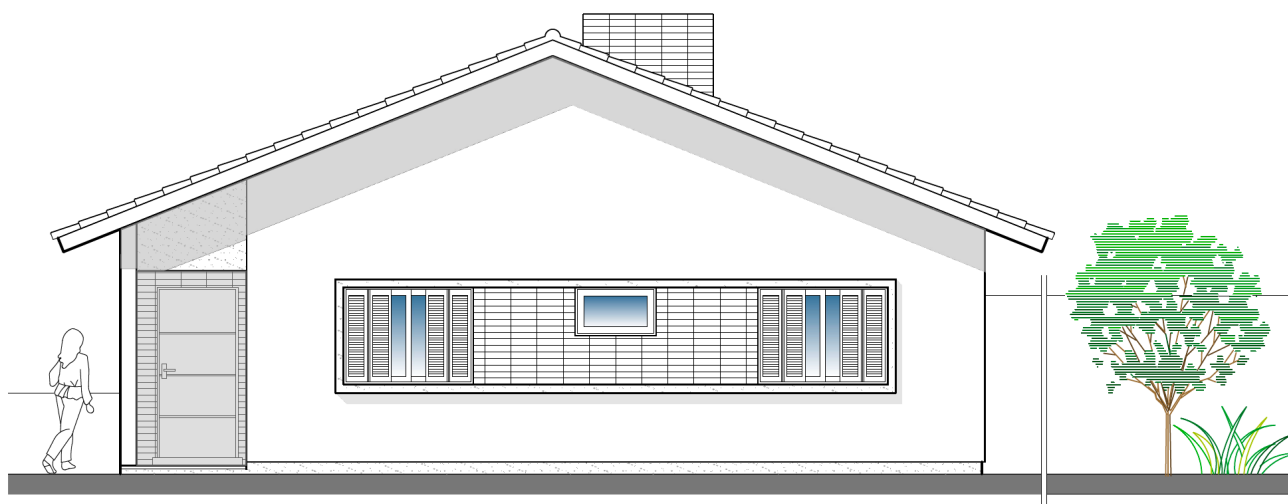
- ▶ pelo nome da vista: frontal, posterior, lateral direita, lateral esquerda;
- ▶ pela orientação geográfica: norte, leste, sudeste (mais indicada);
- ▶ pelo nome da rua: para construções de esquina;
- ▶ pela importância: principal, secundária (apenas para duas fachadas); e
- ▶ letras e números.

A Seguir são apresentadas duas fachadas do modelo de edificação em estudo.



FACHADA FRONTAL

Figura 72 – Exemplo de representação de fachada. Fonte: autor



FACHADA LATERAL

Figura 73 – Exemplo de representação de fachada. Fonte: autor

### 3.4. PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Também chamada de Planta de Locação ou de Implantação, a Planta de Localização é uma vista principal superior esquemática, abrangendo o terreno e seu interior, que tem a finalidade de identificar: o formato, as dimensões e a localização da construção dentro do terreno para o qual está projetada.

Os elementos básicos se constituem na representação do contorno da edificação, sem representação de quaisquer elementos internos (paredes e demais elementos) e na representação do terreno.

Além da edificação definida e posicionada são representados, nesta planta, os tratamentos dos espaços externos, a saber: muros, cercas, caminhos, piscinas, acessos, canteiros, etc.

Em alguns casos, quando a quantidade de elementos externos é muito acentuada e/ou estes são muito complexos, a representação completa destes na escala da planta de localização pode se mostrar insuficiente. Nestes casos, representa-se nesta somente acessos, muros e o contorno dos demais elementos e uma representação mais detalhada e em maior escala é feita junto com a planta baixa.

### 3.4.1 Elementos gráficos

A planta de localização é composta dos seguintes elementos gráficos:

- ▶ Contorno do terreno;
- ▶ contorno da edificação;
- ▶ contorno da cobertura (em tracejado);
- ▶ tratamentos externos (passeio, muro, pavimentações...);
- ▶ representação da(s) calçada(s);
- ▶ desenho de construções pré-existentes (contorno); e
- ▶ árvores de médio e grande porte pré-existentes.

### 3.4.2 Informações

Devem constar na planta de localização as seguintes informações:

- ▶ Cotas totais do terreno;
- ▶ cotas parciais e totais da edificação;
- ▶ cotas angulares da construção (diferentes de 90°);
- ▶ cotas de posicionamento da construção;
- ▶ cotas da(s) calçada(s);
- ▶ cotas dos caminhos e demais elementos externos a edificação;
- ▶ cota do nível de referência e dos diferentes níveis dos espaços externos;
- ▶ informações sobre tratamentos externos (Ex.: altura de muros, pisos, áreas com grama, etc.);
- ▶ marcação de acessos; e
- ▶ distinção por convenção de construções existentes (quando houver) e a construir.

### 3.4.3 Escalas de representação

A planta de localização de edificações em terrenos com dimensões urbanas (terrenos inseridos na malha urbana, com dimensões próximas a média dos terrenos urbanos) são representadas, usualmente, nas escalas **1:100** ou **1:200**. Em terrenos de grandes dimensões, urbanos ou rurais, tendo em vista suas medidas, é comum a utilização das escalas menores: **1:250**, **1:500** e até mesmo **1:1000** (no caso de prédios e terrenos de grandes dimensões).

### 3.4.4 Espessura dos traços

O contorno do terreno é representado em espessura média; o contorno da edificação em espessura grossa (pois é o elemento principal da planta); e os elementos secundários em espessura fina. Costuma-se usar hachuras para destacar a edificação.

### 3.4.5. Observações gerais

- (i) As cotas do terreno devem ser externas a este; as cotas da construção e de seu posicionamento devem ser externas a essa, podendo situar-se tanto dentro do terreno como fora dependendo do espaço disponível.
- (ii) É usual que se destaque as construções projetadas das existentes (quando existirem) através de hachuras de diferentes tipos e da respectiva legenda.
- (iii) O acesso ao terreno deve ficar, preferencialmente, na parte inferior do desenho, ou mesmo nas laterais, evitando-se que seja posicionado na parte superior da prancha.
- (iv) Especial atenção deve ser dada para que as cotas relativas ao posicionamento da construção, sejam sempre em relação a ela, e nunca em relação ao limite da cobertura (quando este for representado em projeção). As dimensões de beirais e similares não devem ser cotadas nessa planta (e sim na planta de cobertura).
- (v) Existe a possibilidade de um desenho conjunto da planta de localização com a planta de cobertura. Este assunto é tratado no item seguinte (item 3.5 - planta de cobertura).

A seguir é apresentada a Planta de Localização da edificação em estudo.

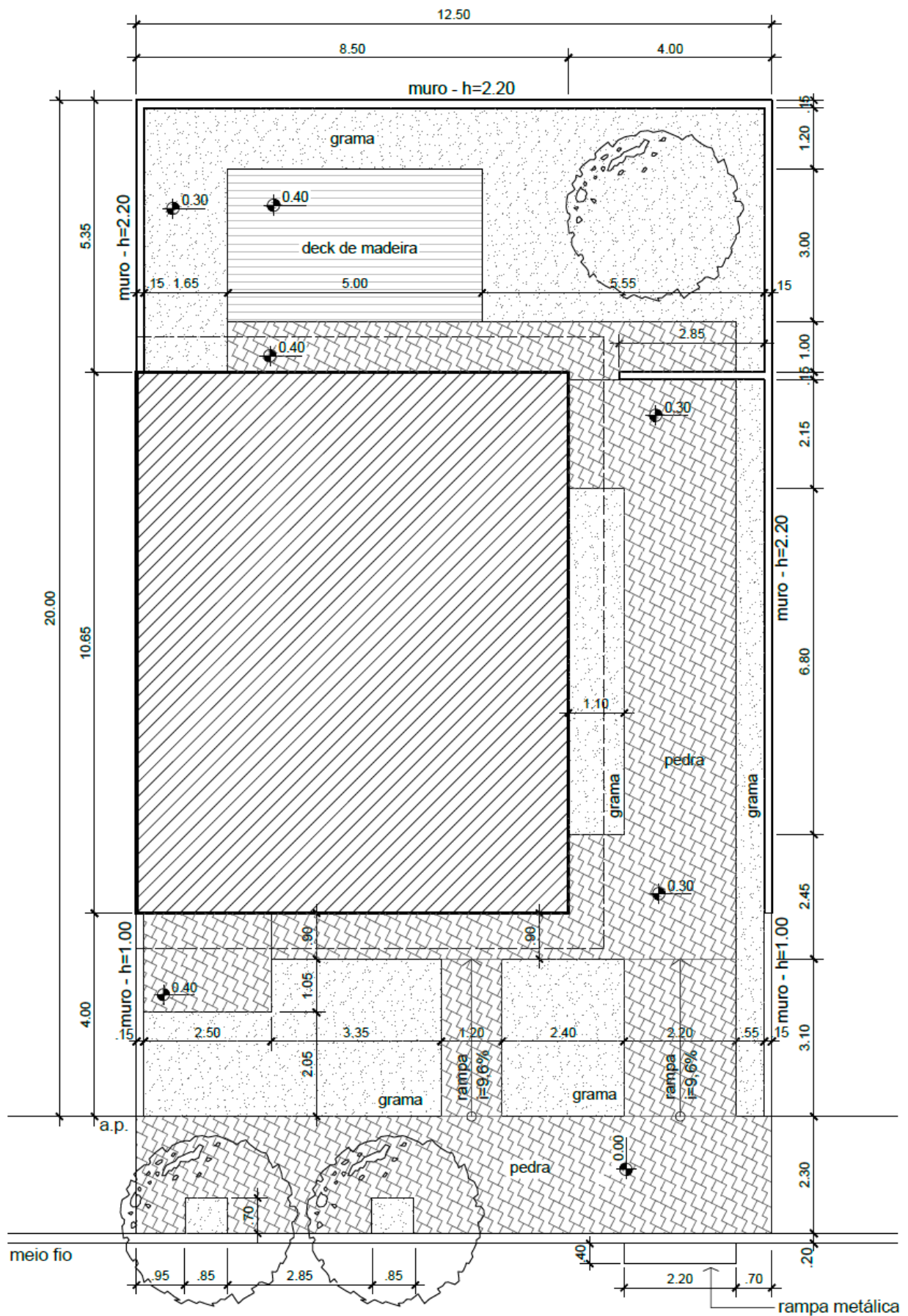


Figura 74 – Exemplo de representação de planta de localização. Fonte: autor

## 3.5. PLANTA DE COBERTURA

Planta de cobertura de uma edificação é a representação gráfica de sua vista principal superior, acrescida das informações necessárias e eventualmente acoplada do desenho da rede pluvial da edificação.

A finalidade desta planta é a representação e o detalhamento de todos os elementos do telhado, ou a ele vinculados, do ponto de vista externo.

Pela relação direta com a cobertura os elementos da rede pluvial aérea são representados nesta planta. É comum observar-se também a representação de elementos das redes pluviais de superfície e subterrânea. Porém, esses elementos, devem compor o projeto de instalações pluviais da edificação, o qual, a maioria das vezes, é apresentado em conjunto com o projeto das instalações hidrossanitárias. Sendo assim, a representação da rede pluvial na planta de cobertura pode ficar restrita a rede aérea.

### 3.5.1 Rede pluvial

A rede pluvial de uma edificação é o conjunto dos elementos construtivos responsáveis pela condução e pelo direcionamento das águas que caem sobre a propriedade privada. Ela pode ser dividida em:

- a) **Rede pluvial aérea:** Constituída pelos elementos conectados a cobertura: águas do telhado, terraços ou similares, calhas, tubos condutores, etc.
- b) **Rede pluvial de superfície:** Constituída apenas pelos elementos que sofrem um tratamento da sua superfície (ou mesmo elementos naturais aproveitados), sendo dotados de declividade que condicionem o escoamento das águas pluviais.
- c) **Rede pluvial subterrânea:** Composta por um conjunto de caixas de areia, caixas de passagem, caixas de inspeção, e canalizações, com dimensões e caimentos adequados, visando à condução das águas da chuva para seu destino.

### 3.5.2 Linhas do telhado

As linhas do telhado resultam do encontro das águas do telhado ou que indicam seus términos. Na maioria das vezes, são linhas retas (posto que as águas são normalmente planas).

As linhas dos telhados convencionais são as seguintes:

- a) **Cumeeira** – linha divisora de águas, de disposição horizontal e localizada nas posições mais elevadas do telhado.
- b) **Espigão** – linha divisora das águas, de disposição inclinada, normalmente unindo cumeeiras de altura diferentes, e cumeeiras e beirais.
- c) **Água furtada ou rincão** – linha coletora de águas, de disposição inclinada.
- d) **Polígono do beiral** – linha poligonal fechada que, em vista superior (planta de cobertura), coincide com o limite externo da cobertura.

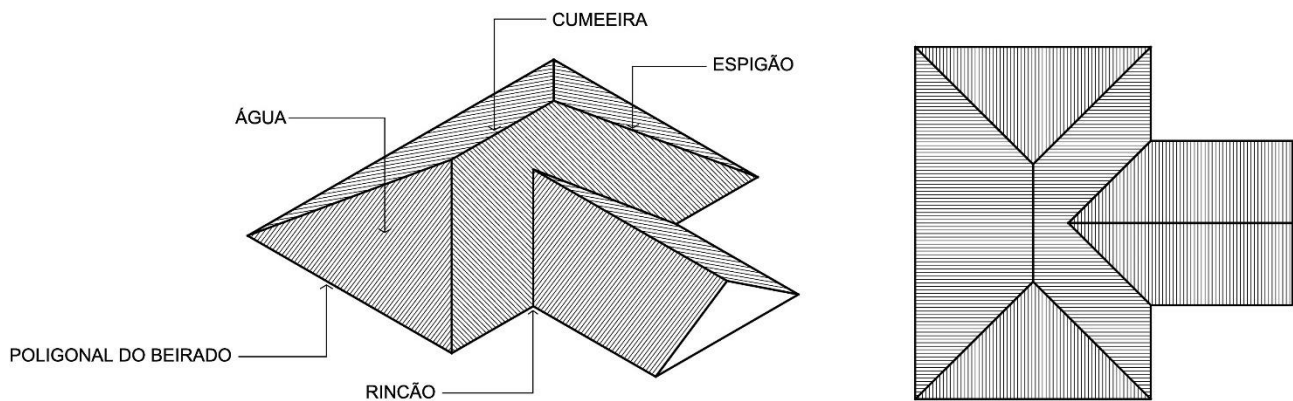


Figura 75 – linhas de um telhado. Fonte: autor

Além das linhas básicas dos telhados, naturalmente, dependendo do projeto, outras representações podem ocorrer, tais como: empenas, platibandas, chaminés, reservatórios, rufos, calhas, etc. Todos estes elementos devem aparecer desenhados e dimensionados na planta de cobertura.

Para as águas de mesma declividade ou inclinação, as disposições serão sempre simétricas, ou seja: as cumeeiras serão centralizadas nos vãos, e os espigões e/ou rincões serão bissetrizes dos ângulos respectivos da construção.

O processo de solução geométrica de coberturas envolve: (i) dividir a planta em retângulos quadriláteros ou triângulos; (ii) traçar as bissetrizes dos ângulos reentrantes e salientes; e, por último (iii) localizar as concordâncias e traçar as cumeeiras.

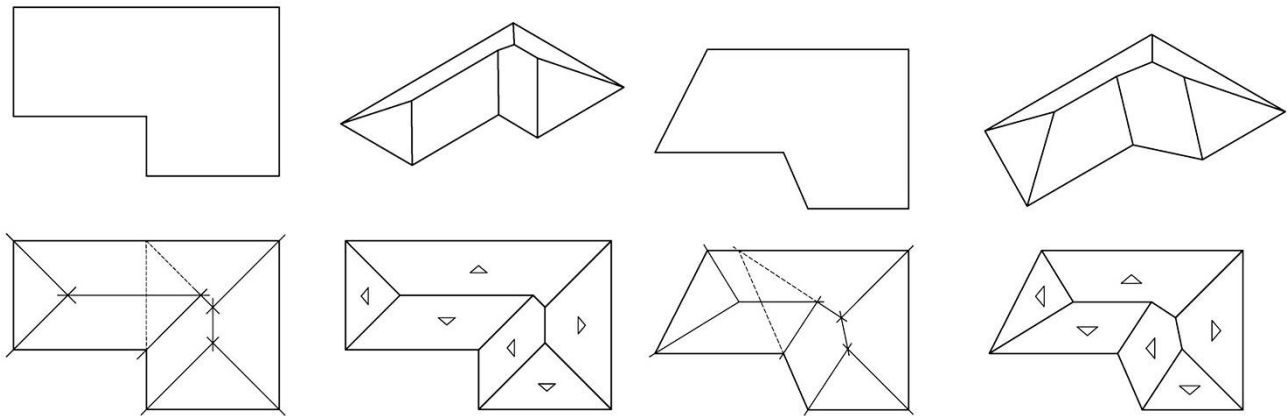


Figura 76 – Exemplos de resolução geométrica de coberturas. Fonte: autor

### 3.5.3 Elementos gráficos

O desenho da planta de cobertura deverá apresentar os seguintes elementos:

- ▶ Desenho do polígono do beiral;
- ▶ linhas do telhado;
- ▶ elementos construtivos que ultrapassam a altura das águas do telhado (chaminé, reservatórios, platibandas, volumes, etc.);
- ▶ trechos do terreno (opcional e onde interessar);
- ▶ elementos da rede pluvial aérea (calhas, condutores, caixas, canalizações, etc.);
- ▶ projeção do contorno da edificação; e
- ▶ elementos das redes pluviais de superfície e subterrânea (opcionais);

### 3.5.4 Informações

Devem constar na planta de cobertura as seguintes informações:

- ▶ Cotas de beirados ou similares;
- ▶ setas indicando o sentido de escoamento da água em telhados, terraços, calhas, canalizações, etc.;
- ▶ dimensões de elementos do telhado (incluindo as chaminés, reservatórios, platibandas, volumes, etc.);
- ▶ cotas de posição de elementos do telhado;
- ▶ tipos de telhado quanto ao material;
- ▶ inclinação ou declividade das águas; e
- ▶ dimensões, em projeção, das águas do telhado.



### 3.5.5 Escalas

Usualmente são empregadas as escalas de 1:50, 1:100 ou 1:200, conforme o número de detalhes e informações.

### 3.5.6 Espessuras dos traços

As espessuras grossas e médias prevalecem para o desenho da cobertura. As espessuras vão decrescendo à medida que o objeto representado se afasta do observador. A rede pluvial (quando representada) é sempre indicada em linha fina.

### 3.5.7 Identificação das linhas do telhado

Consideradas as setas indicativas dos escoamentos das águas, em telhados de declividade constante, as linhas podem ser facilmente identificáveis:

- ▶ Setas de mesma direção e sentidos opostos indicam cumeeiras (quando sentidos divergentes), ou rincões horizontais (quando sentidos convergentes).
- ▶ Setas concorrentes com sentido convergente indicam rincões inclinados e divergentes indicam espigões.

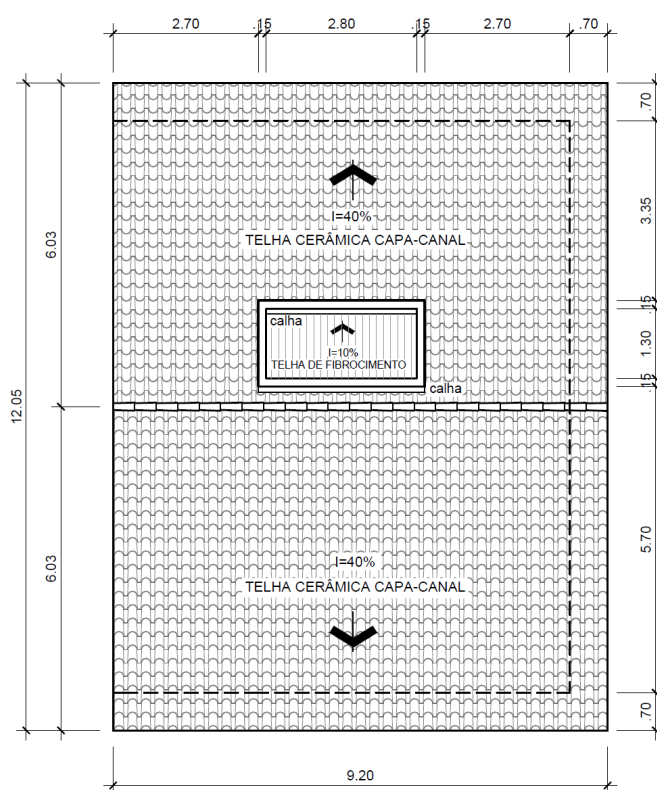


Figura 77 – Exemplo de representação de planta de cobertura. Fonte: autor

### 3.5.8 Localização e cobertura

Quando o tamanho do terreno e da edificação bem como a complexidade da cobertura permitir, as plantas de localização e de cobertura podem ser reunidas em uma única planta denominada “Planta de Localização e Cobertura”. A planta com esse nome se constitui na planta de cobertura acrescida do desenho do terreno, suas cotas, tratamentos externos, mais as cotas da construção e de seu posicionamento no terreno.

Devido ao grande número de elementos presentes nessa planta, recomenda-se a representação em separado (como projeto complementar) das redes pluviais de superfície e subterrânea.

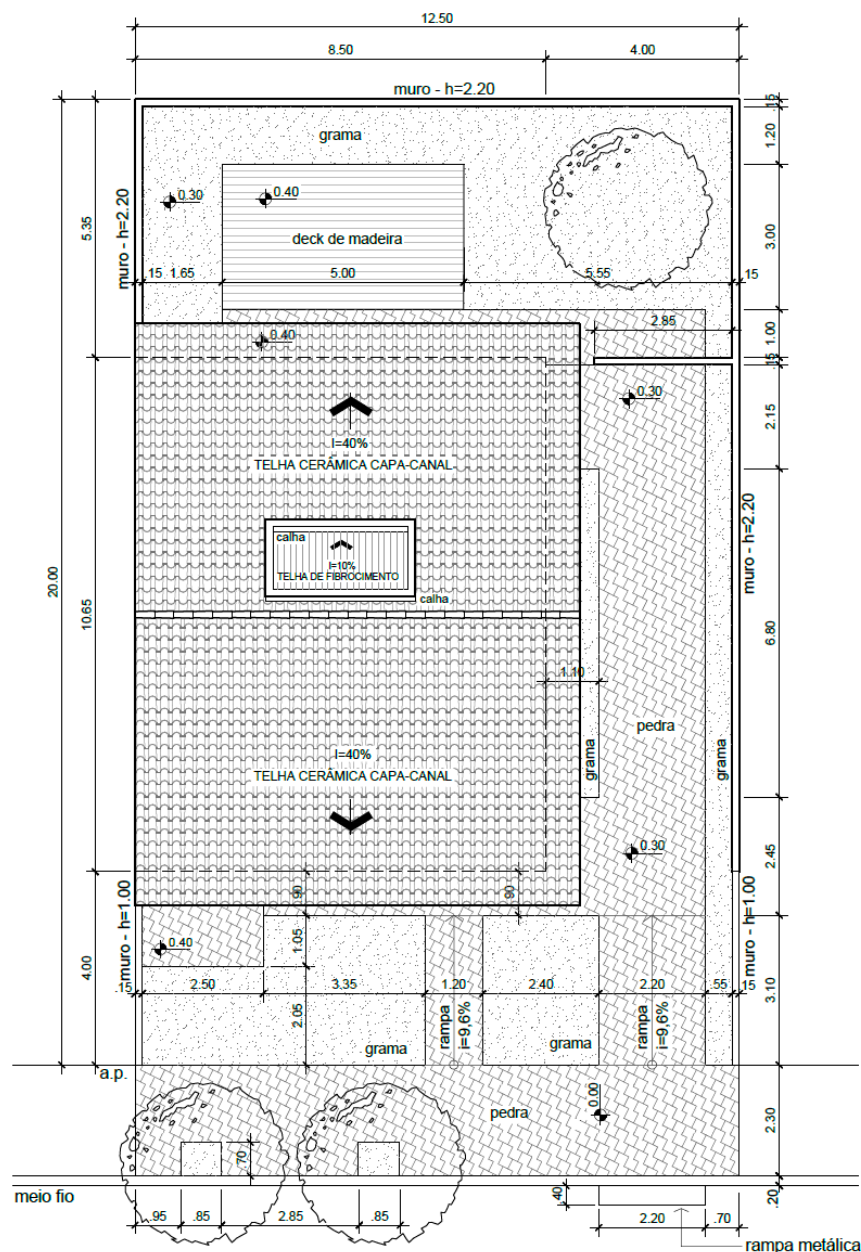


Figura 78 – Exemplo de representação de planta de localização e cobertura. Fonte: autor

## 3.6 PLANTA DE SITUAÇÃO

Planta de situação é a representação de uma vista principal superior esquemática do terreno (lote) e de seu entorno. Sua finalidade é mostrar o formato, as dimensões e a situação do terreno dentro da malha urbana ou em relação a estradas e atributos geográficos da zona rural.

Trata-se de um desenho esquemático em que não são representados todos os elementos e detalhes que seriam vistos pelo observador, mas tão somente aqueles atender ao objetivo desta planta.

### 3.6.1 Elementos gráficos

Tomando-se como referência o caso de terrenos urbanos, os elementos representados na planta de situação são os seguintes:

- ▶ Contorno do terreno;
- ▶ contorno do quarteirão principal (no qual está inserido o terreno);
- ▶ trechos dos quarteirões adjacentes (com a finalidade de delimitar os logradouros públicos); e
- ▶ eventuais outros elementos referenciais.

Em caráter opcional, podem ser representados os passeios públicos, canteiros e similares. Em **zona rural**, na inexistência dos elementos urbanos, serão normalmente representados, além do contorno do terreno: as vias de acesso, pontes, riachos, matas, estradas de ferro, linhas de alta tensão, etc.

### 3.6.2 Informações

A representação das informações na planta de situação é constituída por:

- ▶ Cotas gerais lineares do terreno;
- ▶ cotas angulares do terreno;
- ▶ identificação do terreno (número cadastral e/ou número do lote);
- ▶ cota de distância à esquina mais próxima ou mais conveniente;
- ▶ nome das vias; e
- ▶ orientação geográfica.

Em caráter optativo podem ser informadas as cotas de ruas, passeios, canteiros e quarteirões, identificação dos terrenos vizinhos, código do quarteirão e outros. Na zona rural, são indicações indispensáveis: nome dos lindeiros, acidentes topográficos e vias; distância da rodovia; nome de lugar etc.

### **3.6.3 Escalas**

Considerando as dimensões médias dos lotes e quadras urbanos a planta de situação geralmente é representada na escala 1:1000, mas pode também ser representada tanto em escala maior, para lotes e quadras de pequenas dimensões, ou menor, para grandes glebas de terra.

### **3.6.4 Espessuras dos traços**

O contorno do terreno deve ser representado com a espessura mais grossa. Com espessura média representa-se os elementos complementares ao desenho, e que identificam sua localização, como contorno de quarteirões, elementos topográficos, entre outros. A espessura fina é utilizada para elementos secundários e linhas de cota, hachuras, linhas auxiliares, etc.

### **3.6.5 Generalidades**

Fazendo parte do conjunto de desenhos que trata dos aspectos mais genéricos da edificação, a planta de situação, sempre que possível, deve ser desenhada próxima à representação das plantas de localização e cobertura. Nesta planta, a indicação do norte geográfico, por convenção, deve ficar, preferencialmente, voltada para a parte superior do desenho.

Para um maior destaque da representação do terreno é recomendado, para terrenos de dimensões urbanas, hachurar todo o interior do lote, principalmente se não houver cotas angulares a serem marcadas.

Outra particularidade que deve ser destacada é a representação do símbolo relativo à orientação geográfica. A NBR 6492 (ABNT, 1994) já apresenta uma padronização para a simbologia, mas na prática é enorme a diversidade de símbolos utilizados, normalmente utilizando-se uma seta ou linha para indicar a direção e sentido do norte, acompanhada da letra N (maiúscula) ou da palavra Norte. Deve ser ressaltado que o fundamental é que a

indicação de norte não pode deixar margem a dúvidas ou a dupla interpretação. O local de sua representação é, também, livre, devendo ser feita em local de fácil visibilidade, dentro ou fora do quarteirão.

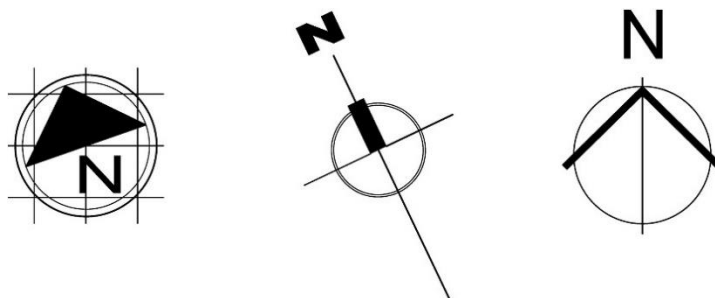


Figura 79 – Exemplos de representações do símbolo de orientação geográfica. Fonte: autor

A seguir é apresentado um exemplo de uma planta de situação.

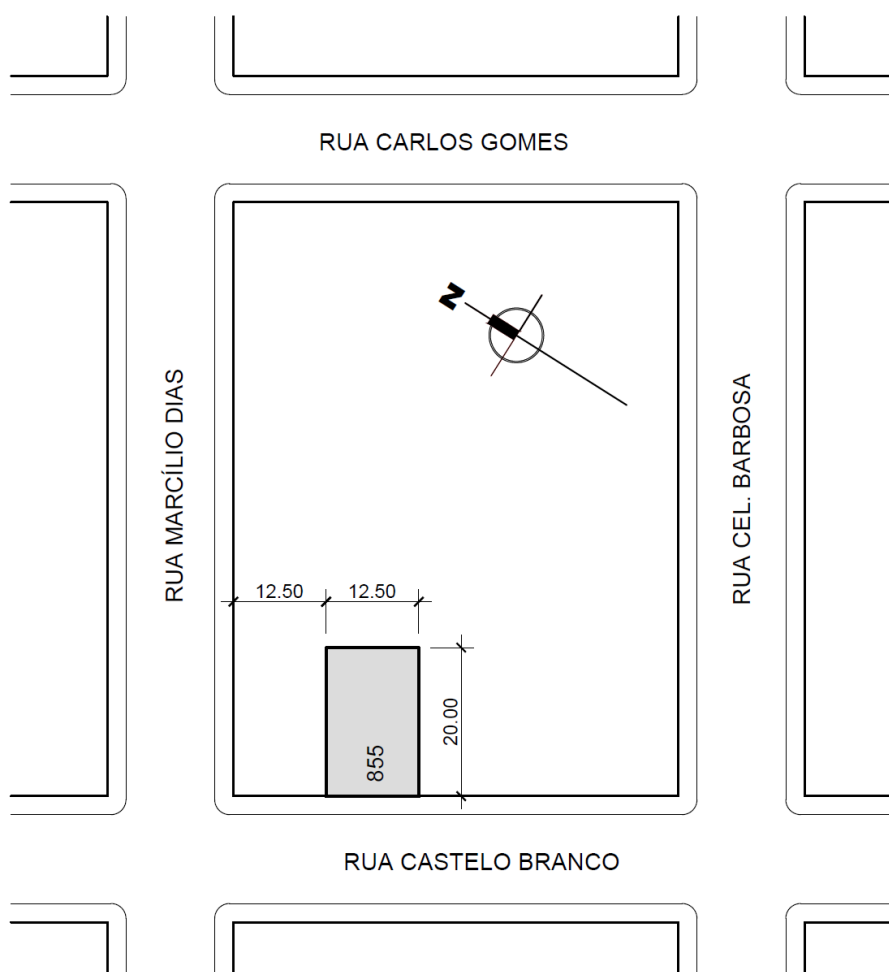


Figura 80 – Exemplo de representação de planta de situação. Fonte: autor

## 3.7 DETALHES CONSTRUTIVOS

Os detalhes construtivos são compostos por partes do projeto (elementos construtivos, compartimentos, revestimentos, etc.) cuja complexidade ou importância para o conjunto requerem uma representação em maior escala e com um nível maior de informação.

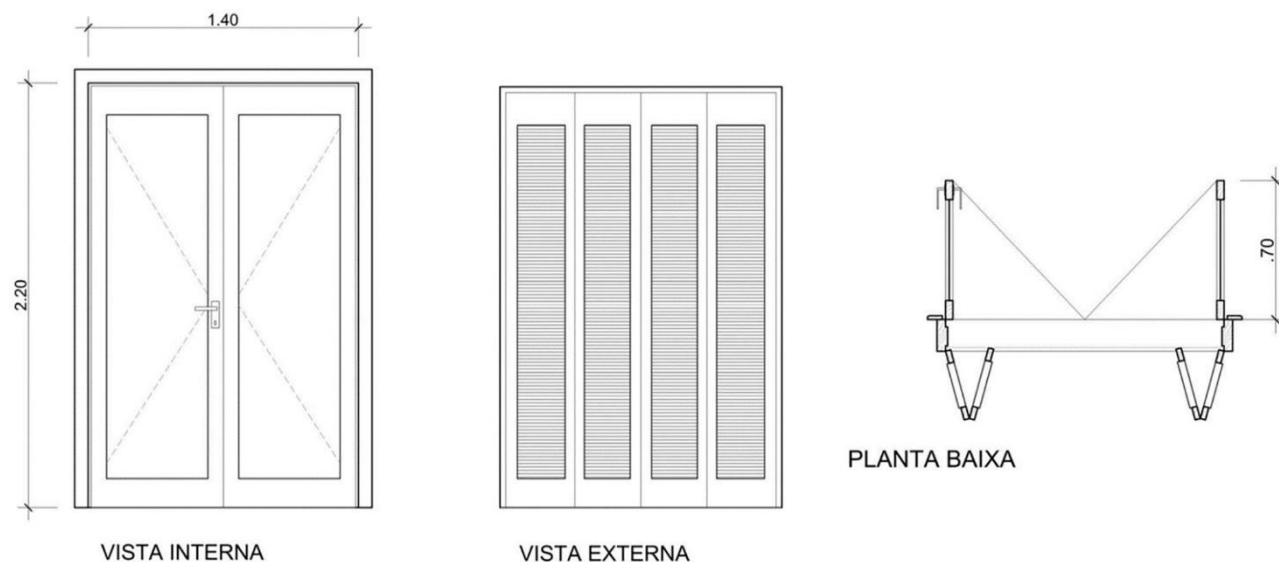
Os elementos a serem detalhados variam de projeto para projeto, mas em geral são todos aqueles cuja representação na escala original das plantas, cortes e elevações não é suficiente para mostrar todos os aspectos e informações necessárias à sua correta execução.

Os detalhes constituem-se, portanto, em plantas, cortes, elevações e perspectivas realizadas em escala compatível a complexidade construtiva do elemento, e são complementados, quanto necessário, por textos, tabelas, especificações, etc.

### 3.7.1 Exemplos de detalhes construtivos

A seguir são apresentados alguns exemplos de detalhes construtivos.

#### DETALHES DE UMA ESQUADRIA



CÓDIGO:	P1	MATERIAL:	MADEIRA DE LEI
TIPO:	PORTA-JANELA	ABERTURA:	DOIS CAIXILHOS DE ABRIR QUATRO VENEZINAS SANFONADAS
QUANTIDADE:	01	VIDRO	TRANSLÚCIDO 4mm
DIMENSÕES:	1.40 x 2.20		

Figura 81 – Exemplo de detalhes de uma esquadria. Fonte: autor

## DETALHES DE UMA LAREIRA

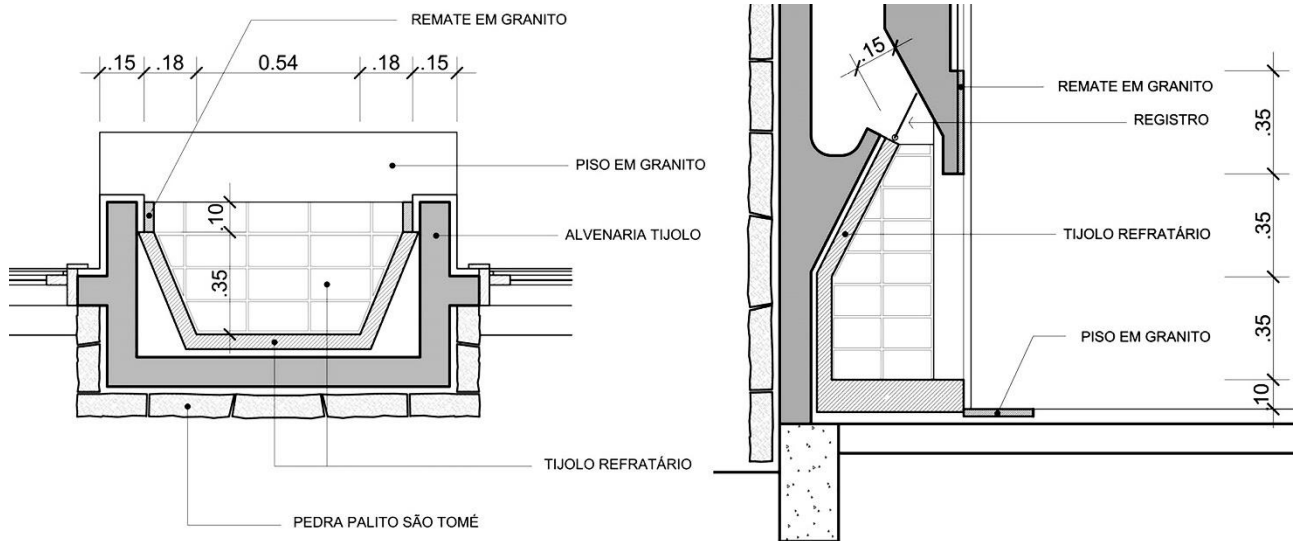


Figura 82 – Exemplo de detalhes de uma lareira. Fonte: autor

## DETALHES DE UMA FACHADA (CORTE DE PELE)

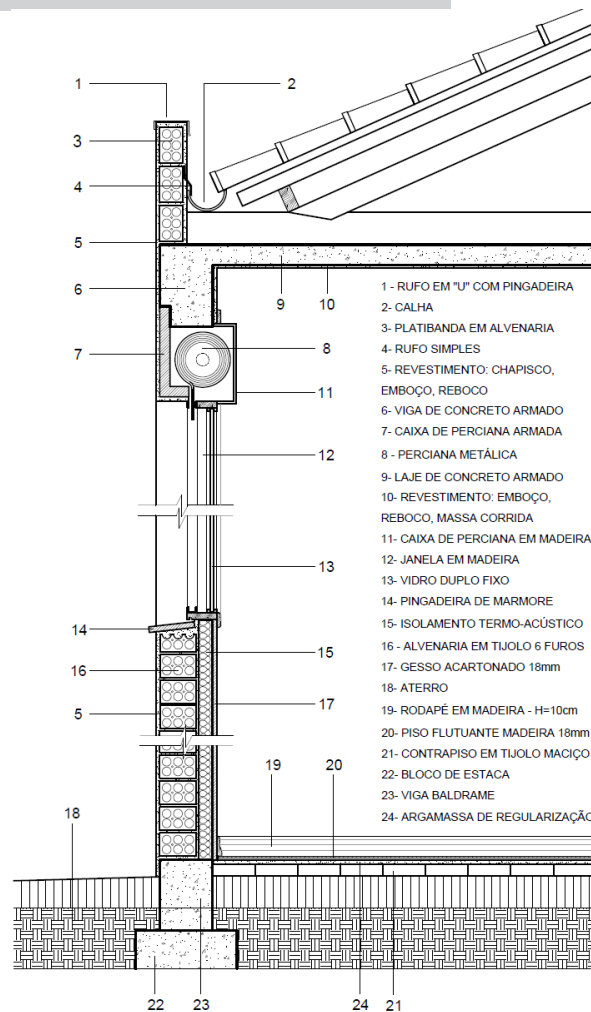


Figura 83 – Exemplo de detalha de uma fachada em corte (corte de pele). Fonte: autor

# DETALHES UM DE LAVABO

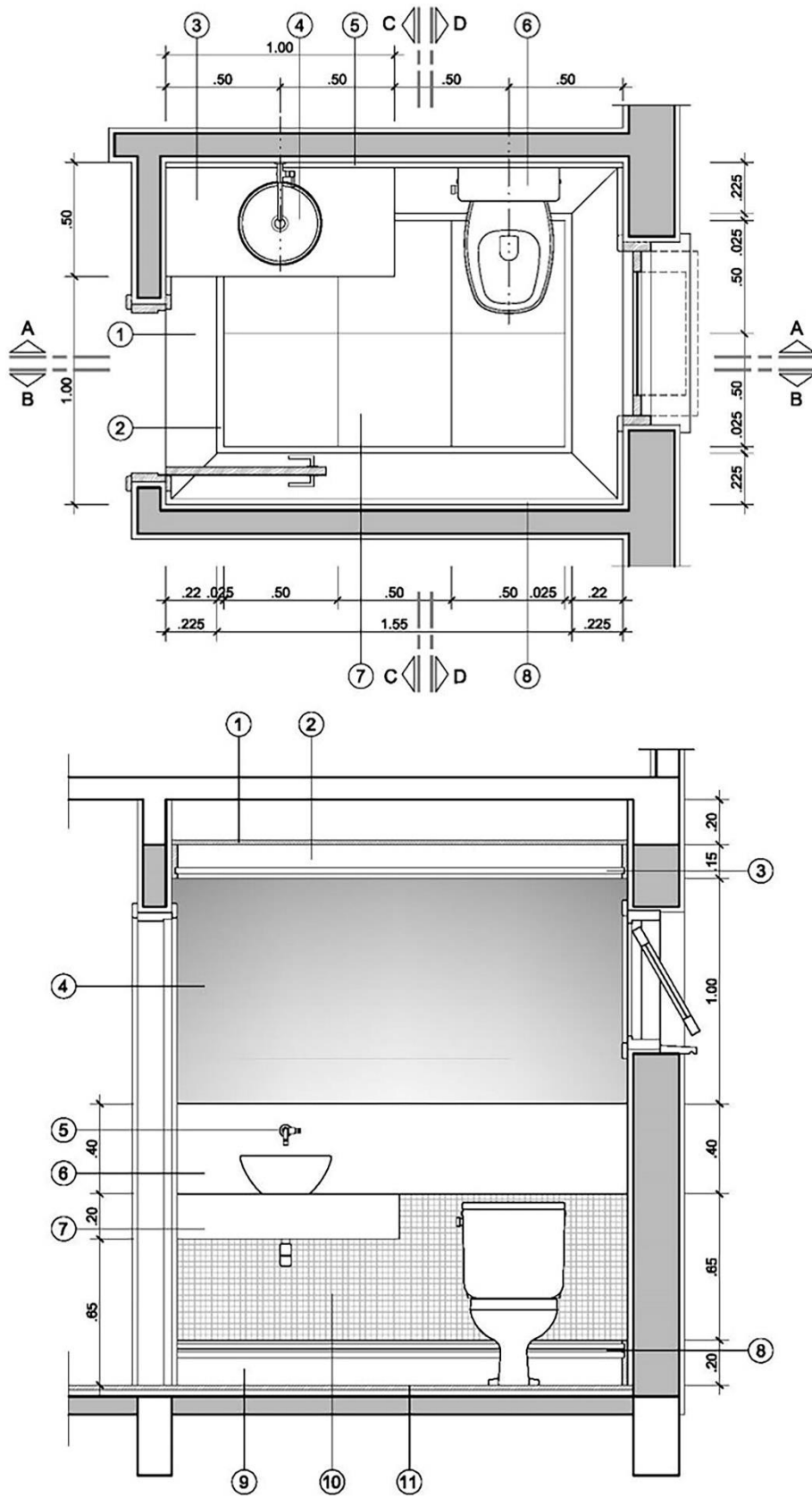


Figura 84 – Exemplo de detalhe de um lavabo. Fonte: autor



### 3.8 PERSPECTIVAS

As perspectivas são um excelente recurso para visualização e compreensão dos aspectos formais, estéticos e até mesmo construtivos da edificação. Com o desenho digital passou a ser incomum a elaboração de perspectivas pelos métodos tradicionais de traçado, tais como o método do arquiteto para as perspectivas cônicas ou o traçado por paralelas para as perspectivas axonométricas. A possibilidade de elaboração de modelos tridimensionais dentro de um espaço cartesiano triaxial dos softwares CAD fez da modelagem espacial a principal fonte para produção de vistas e imagens em perspectiva do objeto arquitetônico.

Os modelos tridimensionais, em face a facilidade de construção, edição e uso (especialmente em softwares de desenho paramétrico) passaram a ser desenvolvidos desde as primeiras fases do projeto, auxiliando em sua elaboração. Em alguns programas CAD (especialmente os de desenhos paramétricos) é possível gerar, até mesmo, as projeções bidimensionais e assim produzir, a partir do modelo tridimensional, as plantas baixas, os cortes e as fachadas. Ressalta-se, entretanto, que para isso o modelo tem de ser construído com todos os elementos construtivos da edificação e que o projetista/desenhista fica, até certo ponto, vinculado aos padrões de representação pré-definidos pelo fabricante do software, ou seja: com uma menor margem para desenvolver e utilizar um padrão próprio de representação.

A partir do modelo tridimensional da edificação é possível a produção de inúmeras imagens com base em diferentes ângulos visuais, tanto em projeção cônica quanto paralela. Também é possível aplicar materiais e texturas aos planos, estabelecer e controlar fontes de iluminação natural ou artificial, aplicar efeitos visuais e produzir imagens fotorrealísticas da edificação.

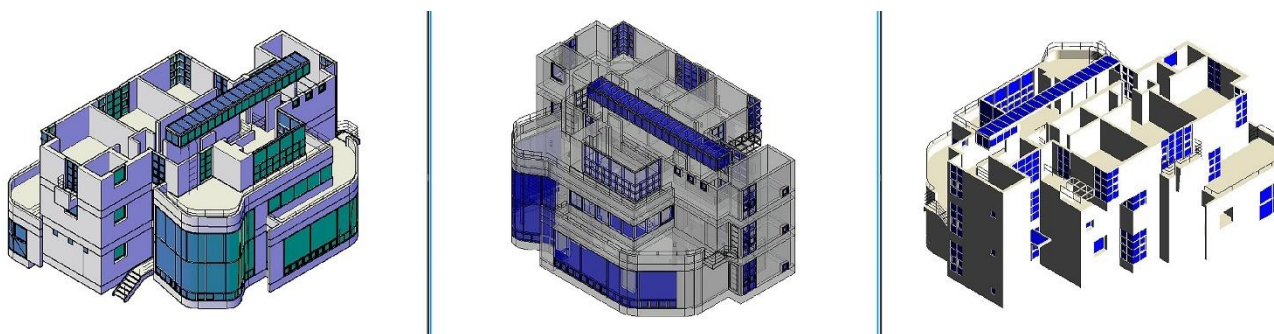


Figura 85 – Exemplos de mudanças de pontos de vistas e efeitos de representação em um mesmo modelo tridimensional (vista em perspectiva axonométrica isométrica).  
Fonte: autor.



Figura 86 – Exemplo de imagem fotorrealística a partir de uma vista em perspectiva cônica do modelo . Fonte: autor

## PARTE 4 – ESCADAS

### 4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As escadas são elementos construtivos destinados a permitir a comunicação entre dois ou mais pisos situados em níveis diferentes. Elas são formadas por uma série de pequenos planos horizontais, denominados pisos e por planos verticais que ligam dois pisos consecutivos, denominados espelhos. Ao conjunto formado pelo piso e pelo espelho dá-se o nome de degrau.

Após um certo número de degraus coloca-se um de maior largura a que se dá o nome de **patamar** ou descanso, tendo em vista o papel que desempenha. A série de degraus intercalados entre o pavimento e o patamar ou entre dois patamares consecutivos chama-se **lançe**. Sendo assim, as escadas são formadas por um ou mais lances, separados por patamares, conforme a altura a vencer. Esses lances podem ser retos ou curvos.

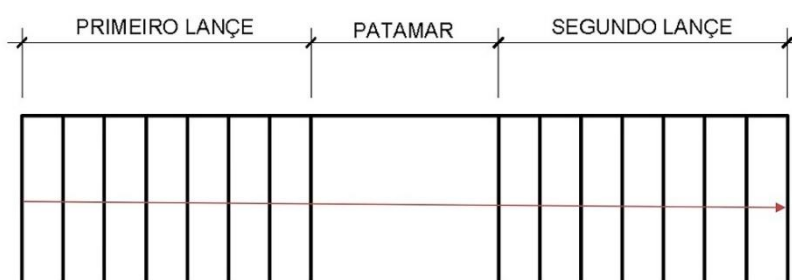


Figura 87 – Lances de uma escada. Fonte: autor

Quando o piso avança sobre o espelho, forma-se o que se denomina **bocel**. O bocel também pode ser conformado pela inclinação dos espelhos. O espelho pode não existir como elemento físico, formando um vazado entre os pisos.

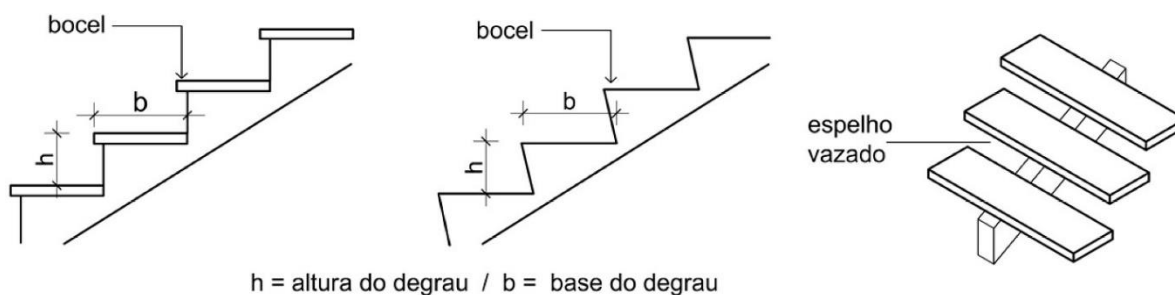


Figura 88 – Degraus de uma escada. Fonte: autor

As escadas possuem **parapeitos** a fim de evitar possíveis acidentes e quedas. Os parapeitos, denominados de **guarda-corpo**, são utilizados em conjunto com outra peça denominada **corrimão**. Os guarda-corpos podem ser contínuos (ex: parede de alvenaria) ou vazados (ex: grade).

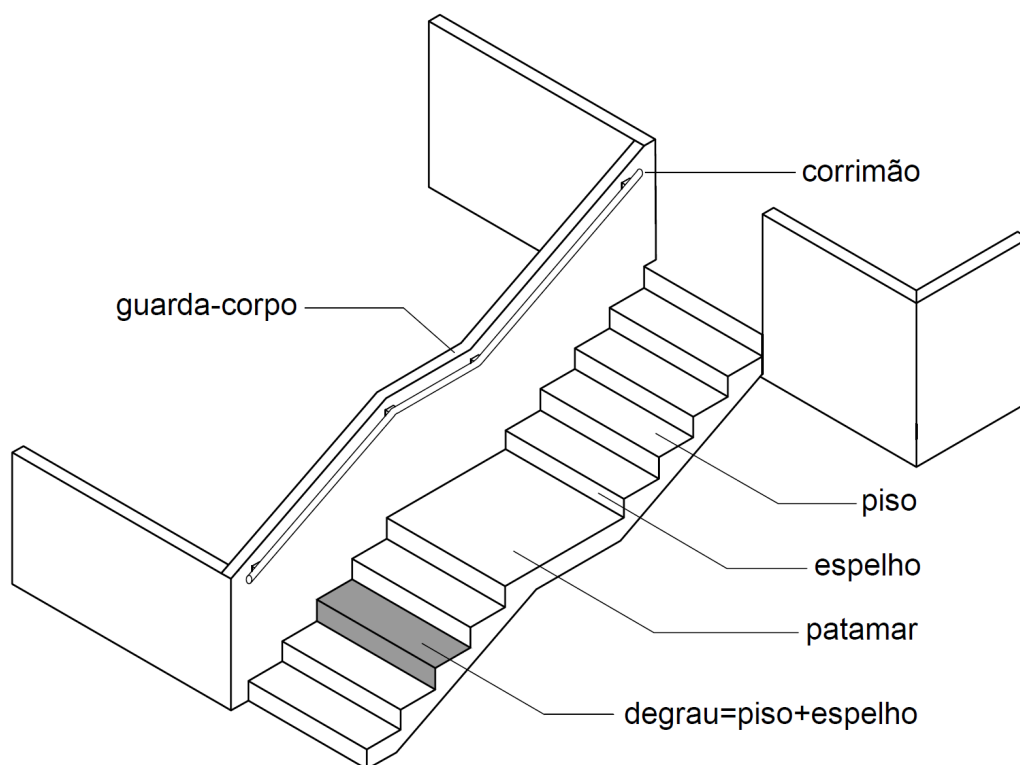


Figura 89 – Elementos de uma escada. Fonte: autor

Além do código de obras municipal, as escadas, no que couber, devem atender ao disposto nas seguintes normas técnicas: NBR 9050 – Acessibilidade (ABNT, 2020a); NBR 9077 – Saídas de emergência em edifícios (ABNT, 2001).

## 4.2 FORMA E DISPOSIÇÃO DOS LANCES DE UMA ESCADA

Os lances da escada podem ser retos ou curvos. Conforme a forma e a combinação dos lances da escada ela pode ser reta, curva ou mista.

### 4.2.1 Escadas retas

Conforme a disposição de seus lances as escadas retas classificam-se em: retas, normais (em L), paralelas (em U), normais/paralelas e oblíqua.

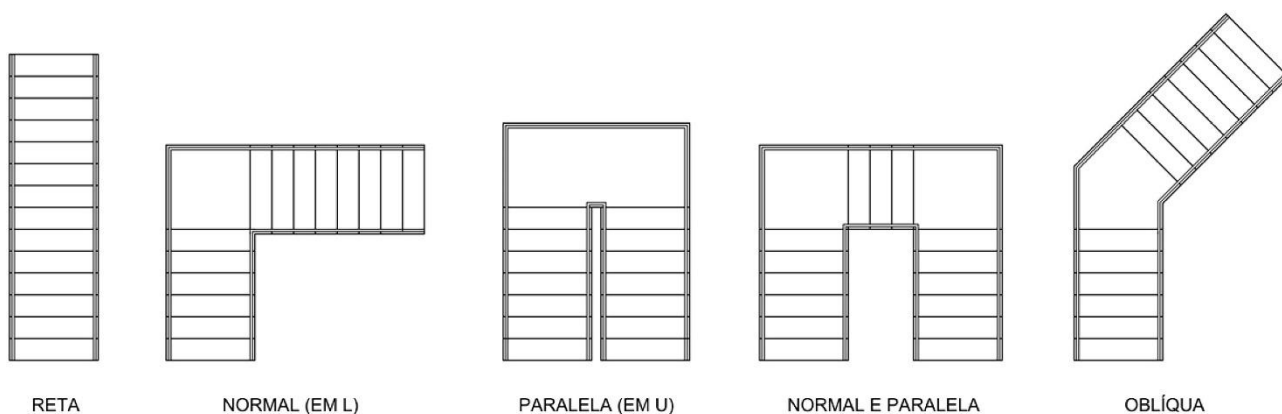


Figura 90 – Formas das escadas. Fonte: autor

#### 4.2.2 Escadas curvas

São constituídas unicamente por lances curvos. Geralmente as escadas curvas possuem forma circular, mas também são desenvolvidas em outras formas, tais como as escadas elípticas e helicoidais (caracol), entre outras.

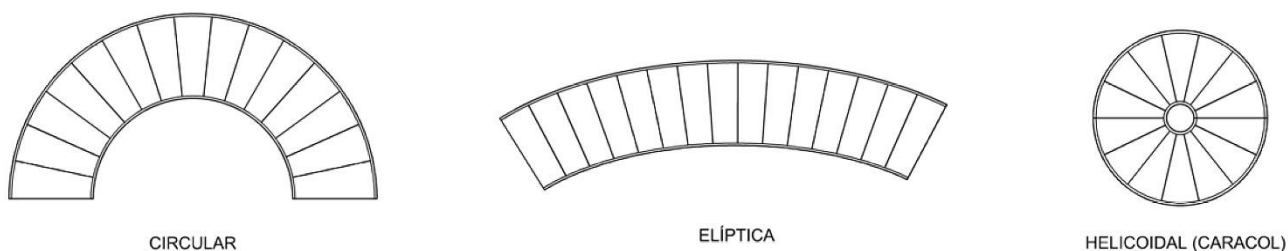


Figura 91 – Escadas curvas. Fonte: autor

#### 4.2.3 Escadas mistas

São formadas pela combinação de lances curvos e retos

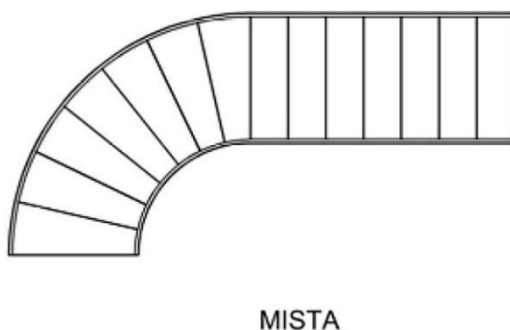
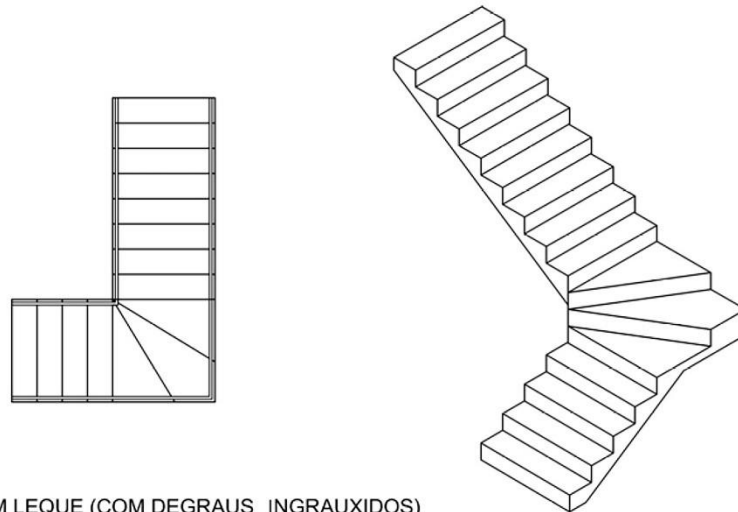


Figura 92 – Escada mista. Fonte: autor

Não são permitidas escadas mistas em saídas de emergência de edifícios.

#### 4.2.4 Escadas com degraus ingrauxidos (escada em leque)

Escada cujo patamar é substituído por degraus em forma de leque, cuja finalidade é criar uma mudança de direção e reduzir o comprimento da escada.



ESCADA EM LEQUE (COM DEGRAUS INGRAUXIDOS)

Figura 93 – Escada em leque (com degraus ingrauxidos). Fonte: autor

##### 4.2.4.1 Compensação de degraus ingrauxidos

Como forma de reduzir o desconforto do uso de degraus ingrauxidos pode ser feito a compensação (balanceamento) dos mesmos, dispondo-os de tal forma que eles apresentem, na linha de percurso da escada, a mesma largura dos demais degraus comuns adjacentes.

A **linha de percurso** de uma escada é a linha imaginária sobre a qual sobe ou desce uma pessoa que segura seu corrimão. A linha está afastada de 0,50 a 0,60 metros da borda livre da escada. Sobre a linha de percurso todos os degraus devem possuir a mesma largura de piso.

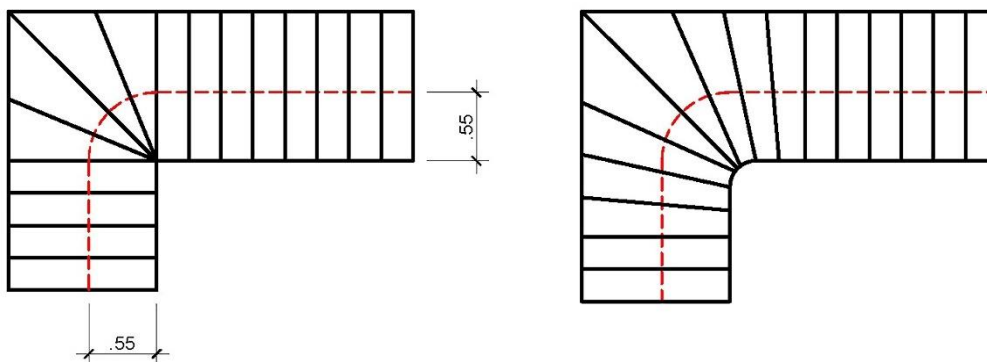


Figura 94 – Compensação de degraus. Fonte: autor

### 4.3 LARGURA DAS ESCADAS

A largura de uma escada depende do uso do edifício e do fluxo de pessoas e deve atender ao que determina a NBR 9050 (ABNT, 2020a), quando tratar-se de escada em rota acessível, e NBR 9077 (ABNT, 2001), quando tratar-se de rota de saída de emergência. Conforme a NBR 9077 (ABNT, 2001), as escadas e rampas são dimensionadas em função do pavimento de maior população o qual determina a largura mínima para os lanços correspondentes aos demais pavimentos considerando o sentido de saída. Conforme a população e o uso do edifício a NBR estabelece um número mínimo necessário de unidade de passagens. Cada unidade de passagem corresponde a largura mínima para a passagem de uma fila de pessoas e é fixada pela norma em 0,55 metros. A NBR 9077 (ABNT, 2001) estabelece a largura mínima de duas unidades de passagem (1,10 metros) e a NBR 9050 (ABNT, 2020a) a largura mínima de 1,20 metros quando tratar-se de rota acessível. Em geral, os códigos de obras municipais permitem larguras menores para as escadas de residência unifamiliares e para escadas de uso eventual e remetem a NBR 9077 (ABNT, 2001) e NBR 9050 (ABNT, 2020a) para todos os prédios de uso público e/ou coletivo.

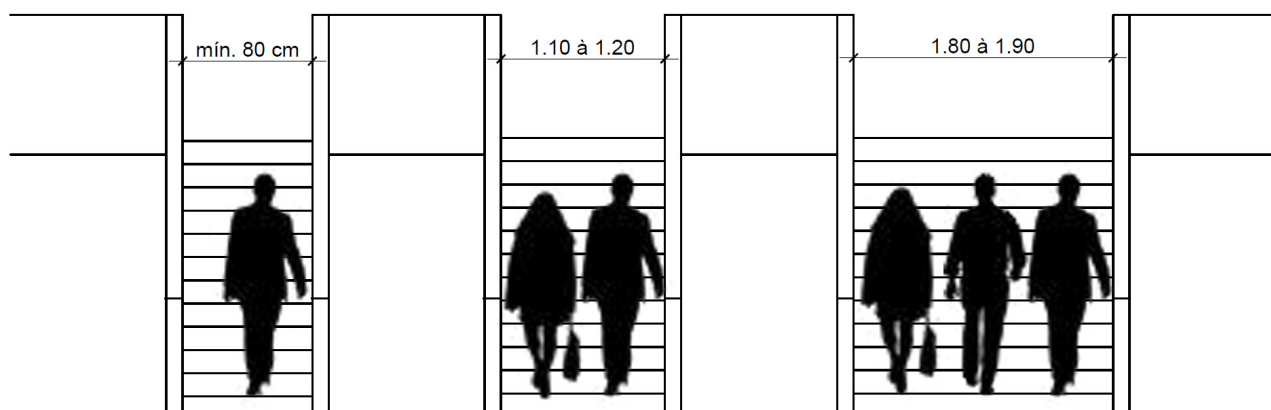


Figura 95 – Larguras e ocupações de escadas. Fonte: autor

### 4.4 DIMENSIONAMENTO DOS DEGRAUS DE UMA ESCADA

Excluindo-se as escadas dos edifícios de uso público e/ou coletivo em rotas de acessibilidade e/ou saída de emergência (cujo dimensionamento deve seguir as normas técnicas NBR 9077 (ABNT, 2001) e NBR 9050 (ABNT, 2020a)), o dimensionamento dos degraus das demais escadas depende do uso a que se destinam (sempre, é claro, respeitando os códigos de obras municipais). Em geral, por exemplo, as dimensões dos

degraus da escada principal de uma residência são diferentes das dimensões da escada de serviço ou de uso eventual. Em uma busca-se o conforto e na outra prioriza-se a economia.

A fórmula mais empregada para dimensionamento dos degraus é a conhecida fórmula de Blondel, adotada pela NBR 9077 (ABNT, 2001), pela qual o dobro da altura do degrau mais a sua altura deverá ficar compreendido entre 63 a 64 centímetros. A largura do degrau deve ser estabelecida de modo que o pé do usuário se assente inteiramente sobre o piso, não devendo ser menor do 24 a 25cm. A NBR 9077 (ABNT, 2001), por sua vez, recomenda que a altura do degrau esteja compreendida entre 16 e 18 centímetros, com tolerância de 0,05 centímetros.

$$\text{Fórmula de Blondel: } 0,63\text{m} \leq ( 2.h + b ) \leq 0,64\text{m}$$

Em uma mesma escada não pode haver variação nas dimensões dos degraus ao longo de todo o seu desenvolvimento (exceção para o formato e dimensões dos degraus ingrauxidos).

#### 4.4.1 Exemplo do dimensionamento dos degraus

Obtidos os níveis do piso pronto dos pavimentos térreo (0,50 m) e segundo pavimento (3,30 m) calcula-se o desnível vertical que a escada deve vencer:

$$3,00 \text{ m} - 0,50 \text{ m} = 2,80 \text{ m}$$

Baseando-se na NBR 9077 (ABNT, 2001), a qual recomenda que a altura dos espelhos deve situar-se entre 0,16 m e 0,18 m, calcula-se os possíveis números de espelhos a serem empregados:

$$2,80 \text{ m} / 0,18 \text{ m} = 15,55 \text{ espelhos}$$

$$2,80 \text{ m} / 0,16 \text{ m} = 17,50 \text{ espelhos}$$

Como somente pode haver número inteiro de espelhos e o intervalo calculado é de 15,55 a 17,50, a escada poderá ter 16 ou 17 espelhos. Com os números possíveis de espelhos definidos, calcula-se as alturas de degraus para cada uma das quantidades de espelhos:

$$h_1 = 2,80 \text{ m} / 16 = 0,1750 \text{ m}$$

$$h_2 = 2,80 \text{ m} / 17 = 0,1647 \text{ m}$$



Em virtude da maior facilidade de execução e representação, deve-se optar pelo valor menos fracionado possível, neste caso 0,175 m. A seguir, aplicando-se a fórmula de Blondel, calcula-se os dois possíveis valores para a base do degrau:

$$b = 0,63 \text{ m} - (2 \times 0,175 \text{ m}) = 0,28 \text{ m}$$

$$b = 0,64 \text{ m} - (2 \times 0,175 \text{ m}) = 0,29 \text{ m}$$

Sendo assim, o degrau poderá ter base de 0,28 ou 0,29 metros (escolhe-se a considerando a relação espaço versus conforto) e espelho de 0,175 m

## 4.5 PASSAGEM LIVRE

As escadas devem ser dispostas de forma a assegurar uma passagem com altura livre de no mínimo 2,00 metros.

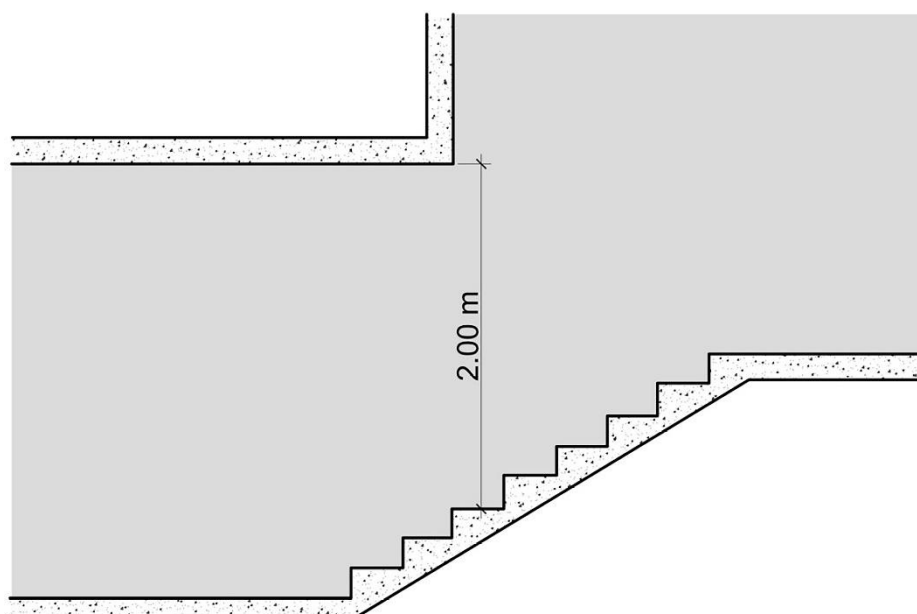


Figura 96 – Passagem livre vertical mínima em uma escada. Fonte: autor

## 4.6 TAMANHO DO PATAMAR

Conforme a NBR 9077 (ABNT, 2001) o comprimento do patamar de uma escada reta deve ser calculado pela fórmula  $p = (2h + b)n + b$ , onde  $n$  é um número inteiro de 1 a 3. Nos casos em que o patamar é utilizado para mudança de direção da escada (sem degraus ingrauxidos) sua largura deve ser no mínimo igual à largura dos lances.

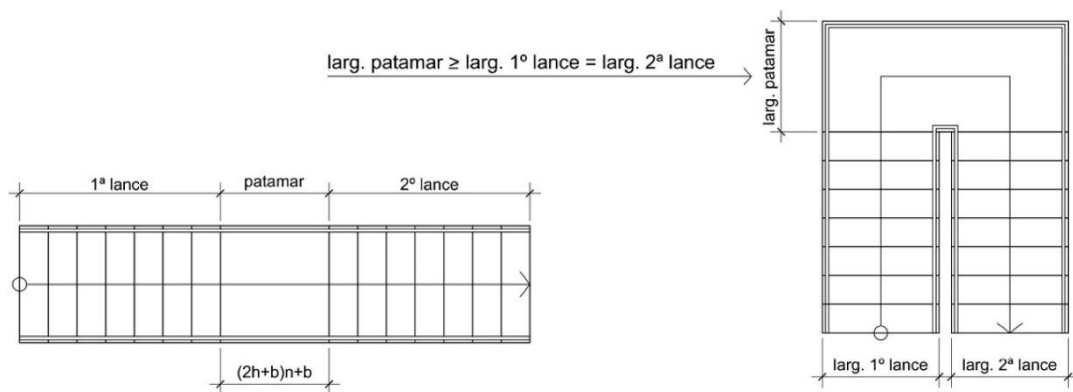


Figura 97 – Tamanho dos patamares. Fonte: autor

## 4.7 CORRIMÃO E GUARDA-CORPO

Conforme a NBR 9050 (ABNT, 2020a), os corrimãos devem ser instalados em ambos os lados dos degraus das escadas fixas e das rampas. Os corrimãos devem ter largura entre 3,0 cm e 4,5 cm, sem arestas vivas. Deve ser deixado um espaço livre de no mínimo 4,0 cm entre a parede e o corrimão. O corrimão deve permitir boa empunhadura e deslizamento, sendo preferencialmente de seção circular. As escadas e rampas que não forem isoladas das áreas adjacentes por paredes devem dispor de guarda-corpo associado ao corrimão, conforme figura a seguir. O guarda-corpo pode ser cheio ou vazado.

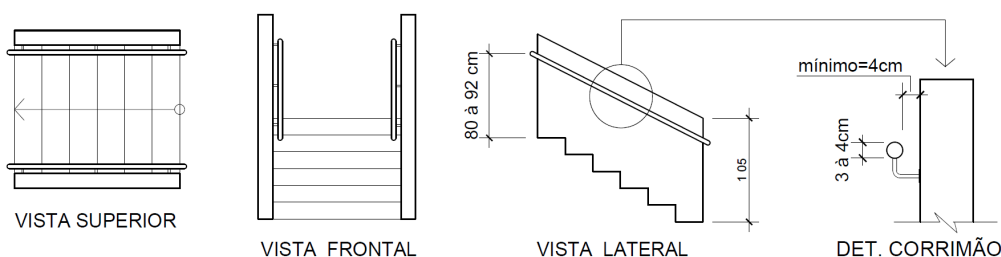


Figura 98 – Corrimão e guarda-corpo. Fonte: Autor

## 4.8 REPRESENTAÇÃO DA ESCADA NAS PLANTAS BAIXAS

A escada é representada na planta baixa dos pavimentos por ela conectados. No caso de uma edificação de dois pavimentos, na planta baixa do térreo e na planta baixa do pavimento superior (ou segundo pavimento). No pavimento térreo o plano de corte intercepta um dos lances (ou o único) da escada e parte dessa é representada em projeção, pois encontra-se acima do plano de corte. No pavimento superior, como o plano de corte está situado acima da escada, toda ela é representada em vista na planta. No caso de edificações com mais de dois pavimentos, as plantas baixas dos pavimentos intermediários

(ou pavimento tipo, se for o caso) apresentará parte da escada daquele pavimento e parte da escada do pavimento imediatamente abaixo.

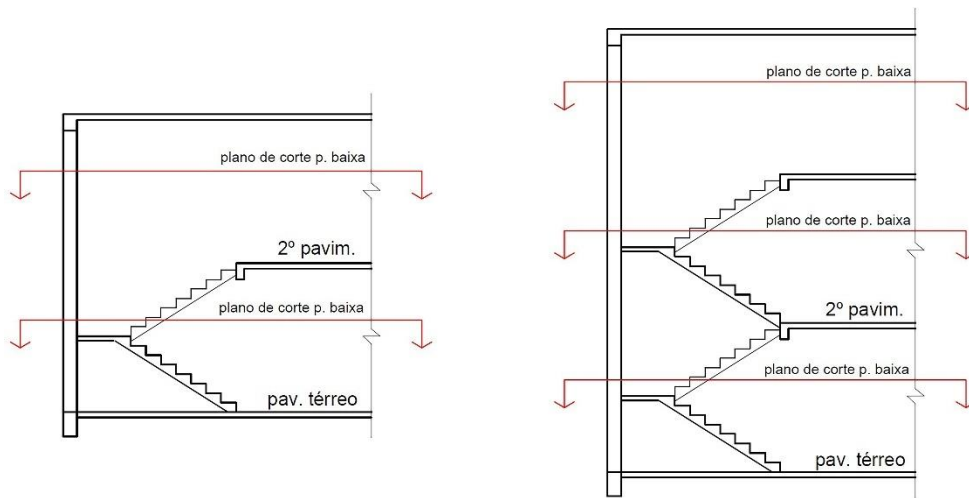


Figura 99 – Escadas: planos de corte das plantas baixas. Fonte: autor

Em planta baixa a escada é representada através de seus degraus (em vista e/ou em projeção) e seu corrimão. A representação é complementada pelas seguintes informações: indicação do sentido de subida; numeração dos degraus (sentido de subida); indicação das medidas do piso e do espelho dos degraus. Na planta baixa do pavimento térreo, embora o plano de corte seccione os degraus da escada, esses não são representados em corte, sendo representada, tão somente, uma linha de interrupção para destacar a mudança na representação (entre vista e projeção dos degraus).

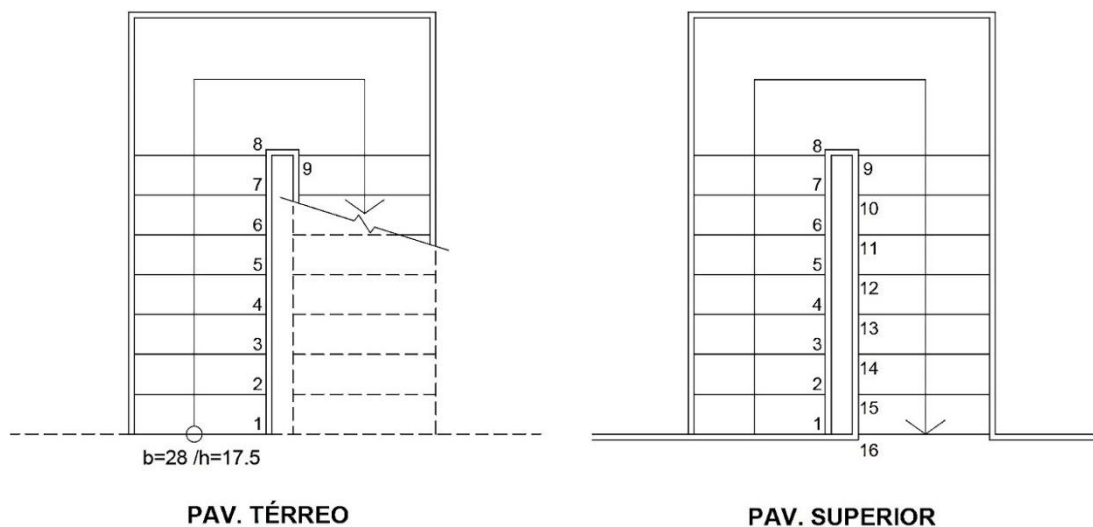


Figura 100 – Diferenciação de representação da escada nas plantas baixas do pavimento térreo e segundo pavimento. Fonte: autor

### 4.8.1 Sequência de representação

Para estudo da sequência de representação de uma escada (tanto em planta baixa quanto em corte) foram definidos alguns parâmetros: (i) a escada fica localizada dentro de uma caixa de escada (escada delimitada por pelo menos três paredes); (ii) trata-se da escada paralela de uma residência unifamiliar cujo tamanho dos degraus foram calculados no item 4.4.1; (iii) lances e patamar com 1 metro de largura e afastamento de 15 cm entre os lances; (iv) corrimãos alinhados com as bordas internas da escada.

1º) Representação dos lances e do patamar; representação da linha de mudança de vista no segundo lance do pavimento térreo;

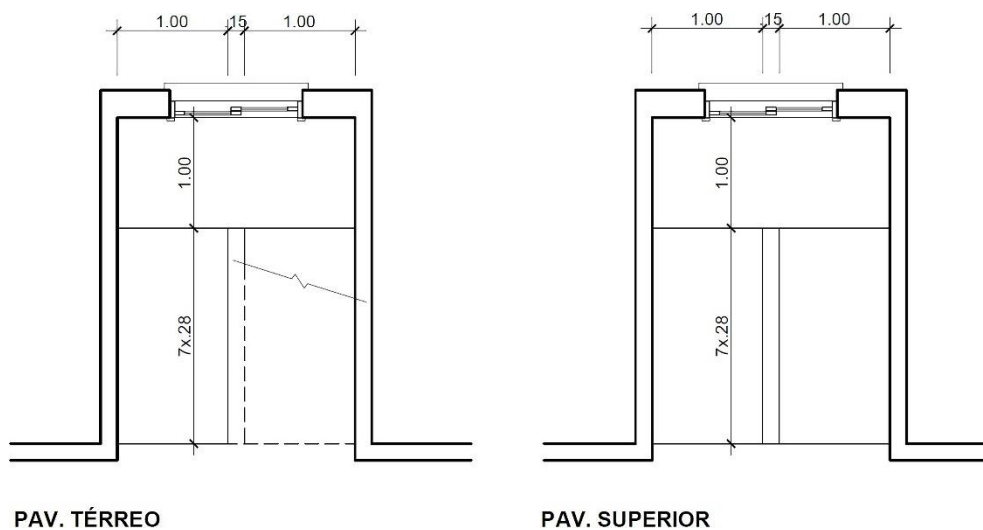


Figura 102 – 1º passo na representação de uma escada em planta baixa. Fonte: autor

2º) Representação dos degraus (em vista e em projeção)

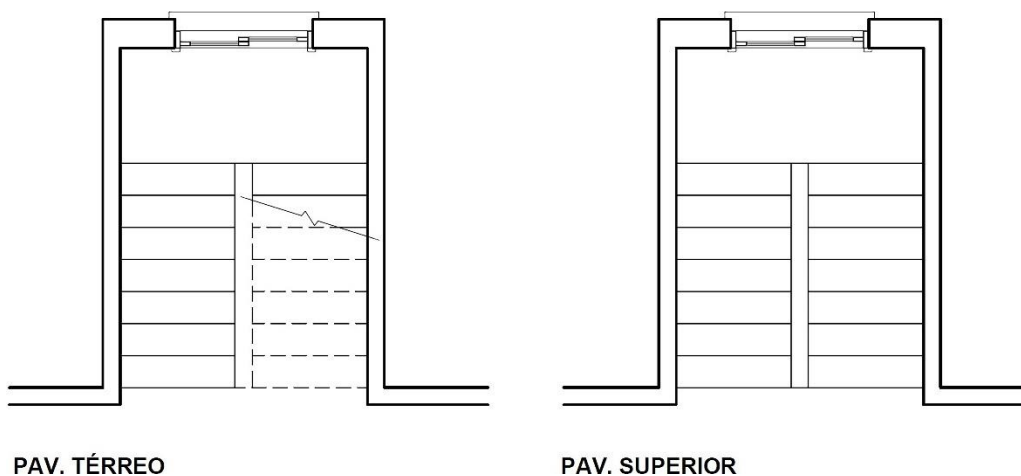


Figura 102 – 2º passo na representação de uma escada em planta baixa. Fonte: autor

### 3º) Representação do corrimão;

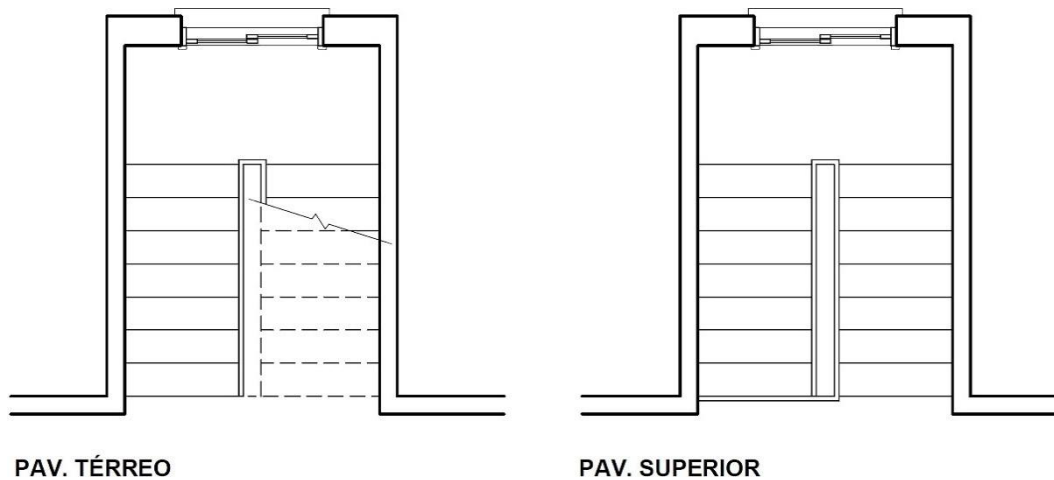


Figura 103 – 3º passo na representação de uma escada em planta baixa. Fonte: autor

### 4º) Representação das informações: sentido de subida, numeração dos degraus, medidas do piso e do espelho.

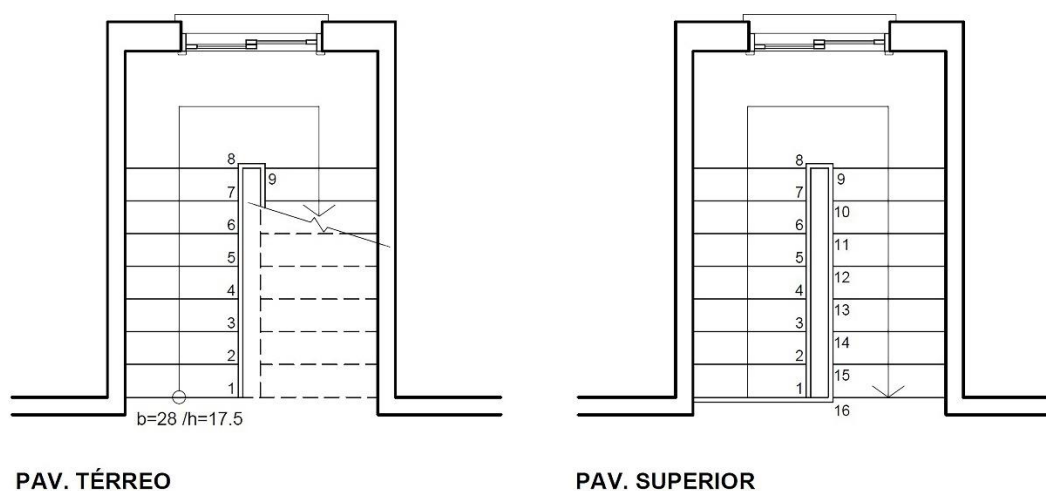


Figura 104 – 4º passo na representação de uma escada em planta baixa. Fonte: autor

## 4.9 REPRESENTAÇÃO DA ESCADA NOS CORTES

A representação da escada nos cortes varia conforme a forma da mesma, a posição e o sentido de visualização do plano de corte. Em uma escada paralela (escada em U), por exemplo, o plano pode ser longitudinal ou transversal a escada (paralelo ou perpendicular a maior dimensão dos da escada) e pode seccionar a escada no 1º lance e no patamar, no 2º lance e no patamar, somente no patamar ou 1º e 2º lance ao mesmo tempo, havendo, por consequência oito possíveis e diferentes representações.

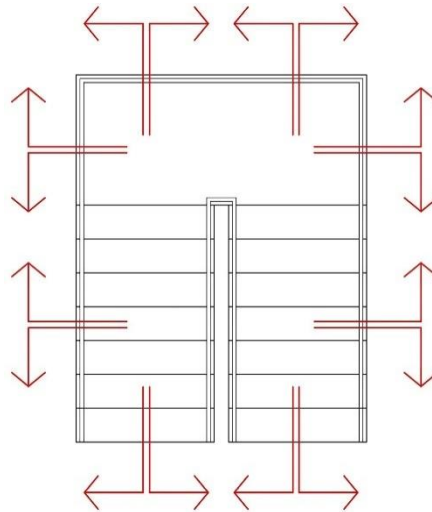


Figura 105 – Variação nos planos de corte e sentidos de visualização de uma escada em U.  
Fonte: autor

### 4.9.1 Sequência e exemplo de representação

Para exemplo e estudo dos cortes na escada representada no item anterior foi definido que mesma é de concreto com corrimão e guarda-corpo vazado de metal somente no lado interno. O corte é longitudinal em relação a escada, passa no primeiro lance e tem seu sentido de visão direcionado para o segundo lance.

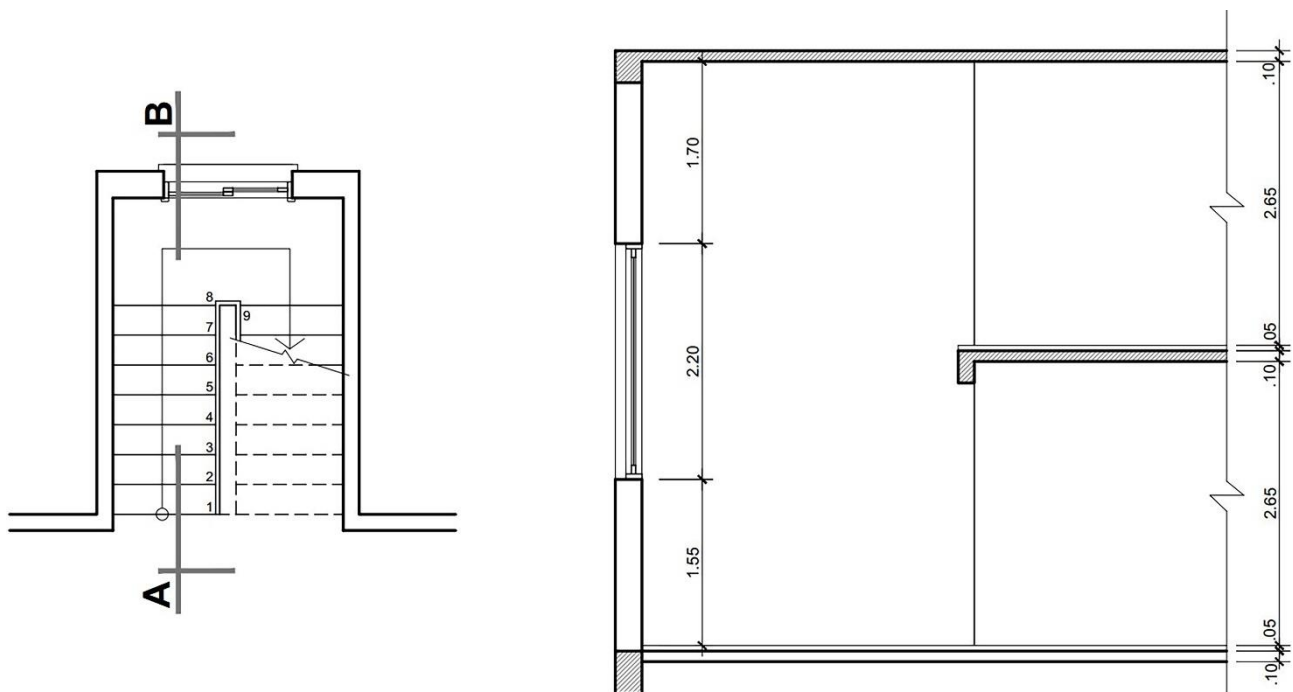


Figura 106 – Caixa da escada em corte. Fonte: autor

- 1º) Marcação da posição dos degraus a partir da planta baixa; marcação das alturas dos degraus;

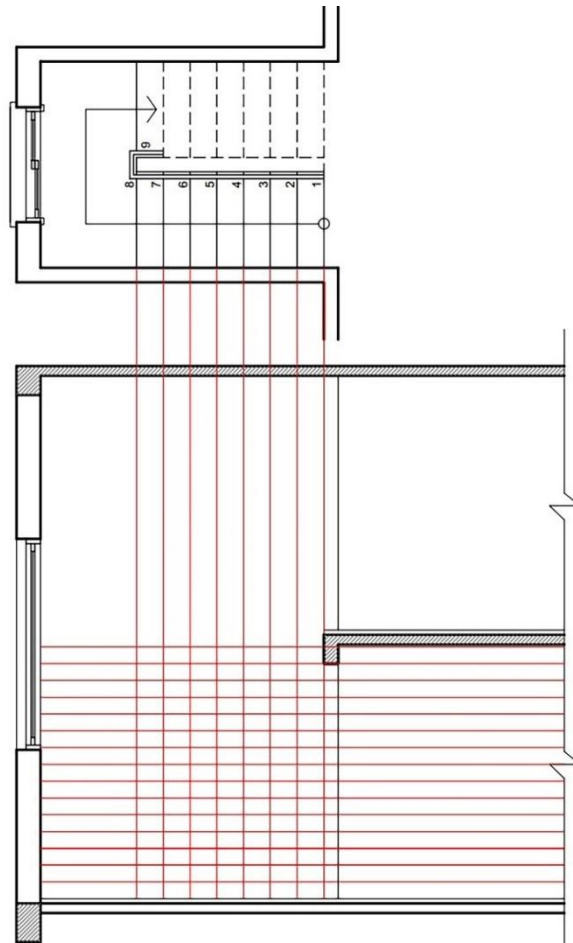


Figura 107 – 1º passo da representação de uma escada em corte. Fonte: autor

► 2º) Cortes nas linhas de marcação e representação do perfil do degrau e do patamar

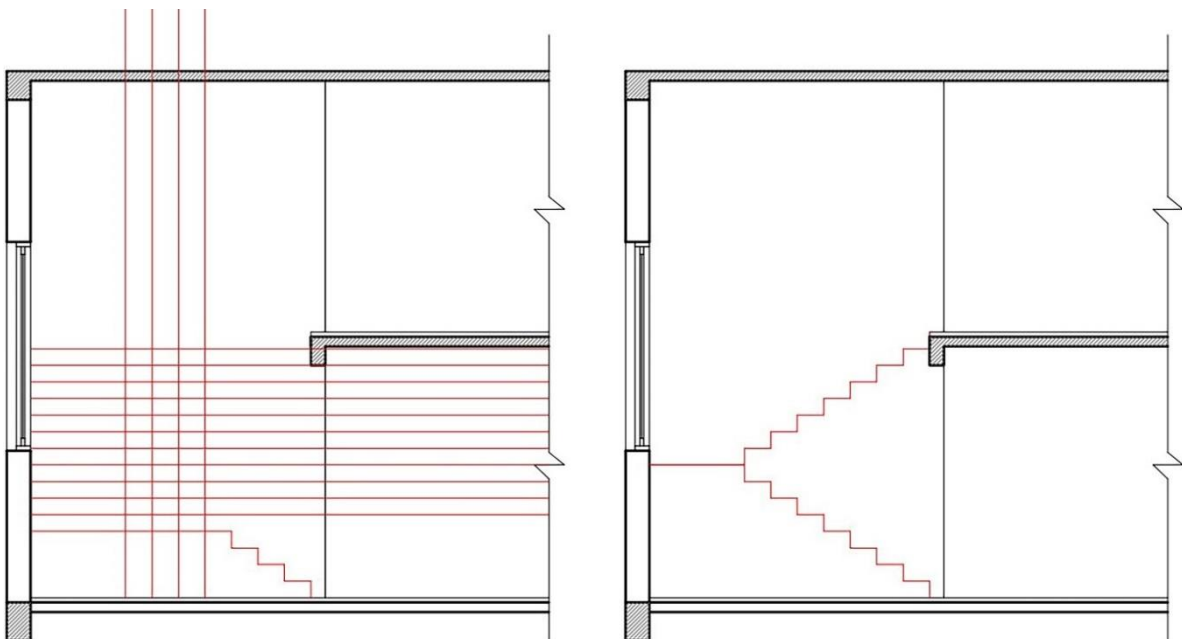


Figura 108 – 2º passo da representação de uma escada em corte. Fonte: autor

- 3º) Representação da laje da escada; diferenciação, por espessura, da parte em corte e da parte em vista; representação da viga de fundação de suporte da escada e do engaste do patamar na parede;

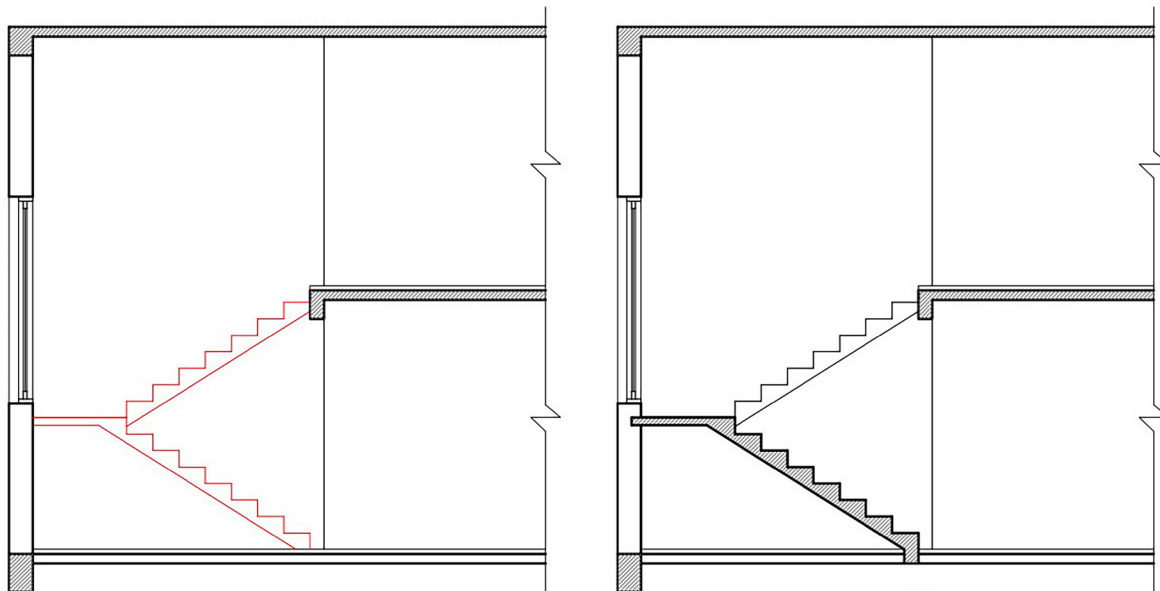


Figura 109 – 3º passo da representação de uma escada em corte. Fonte: autor

- 4º) Representação do guarda-corpo/corrimão

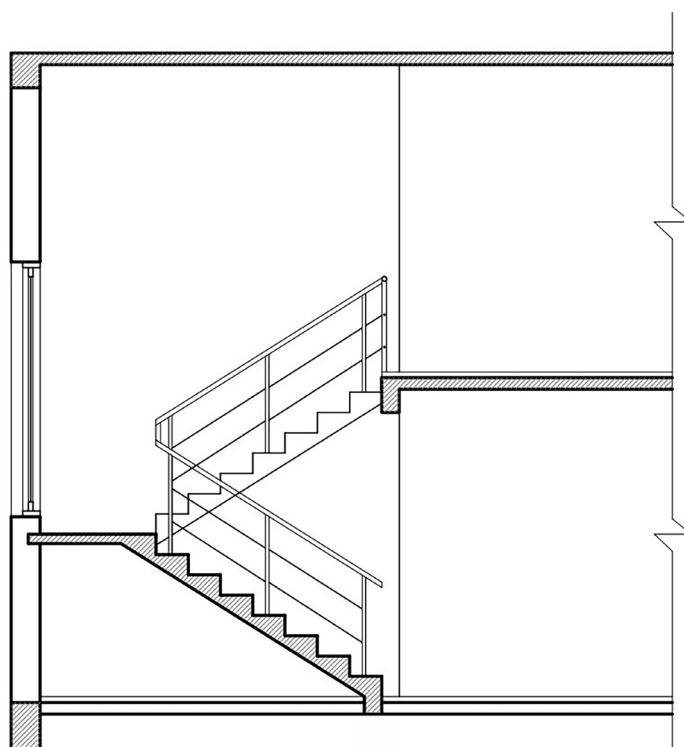


Figura 110 – 4º passo da representação de uma escada em corte. Fonte: autor



As próximas figuras mostram como ficaria a representação da mesma escada caso o plano de corte passasse em outras posições.

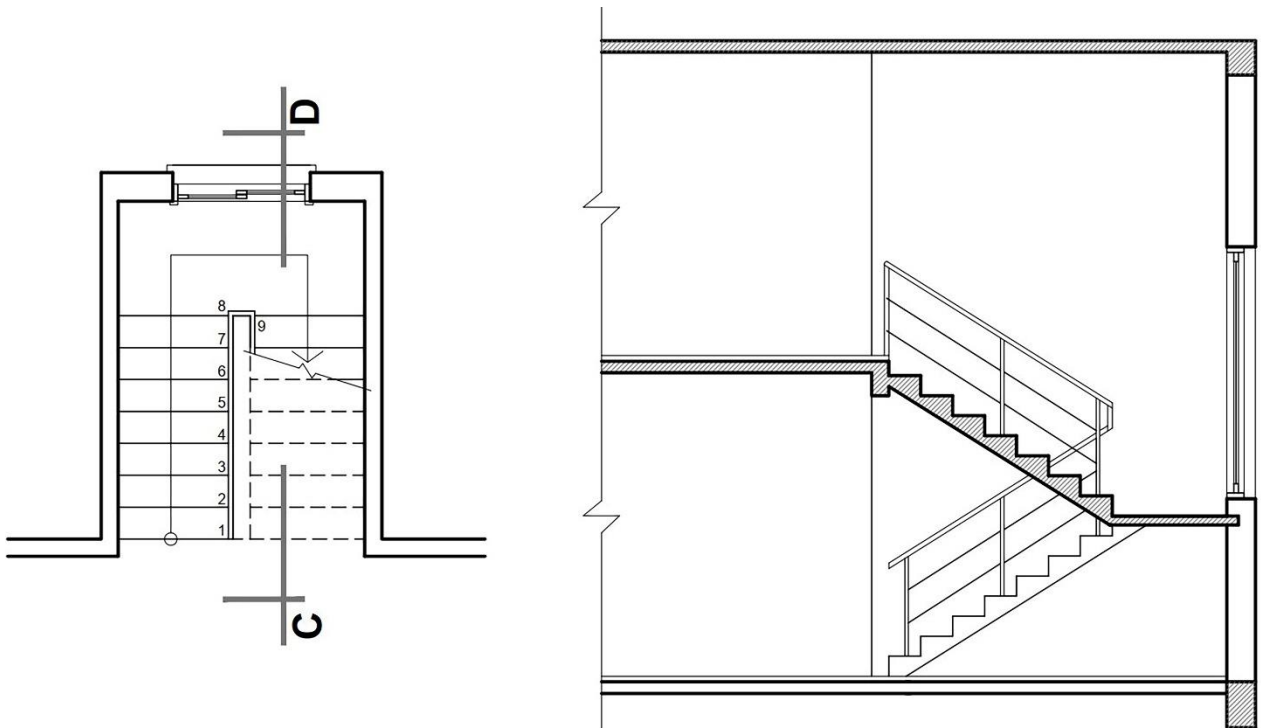


Figura 111 – Alteração na posição do plano de corte: plano paralelo ao segundo lance.  
Fonte: autor

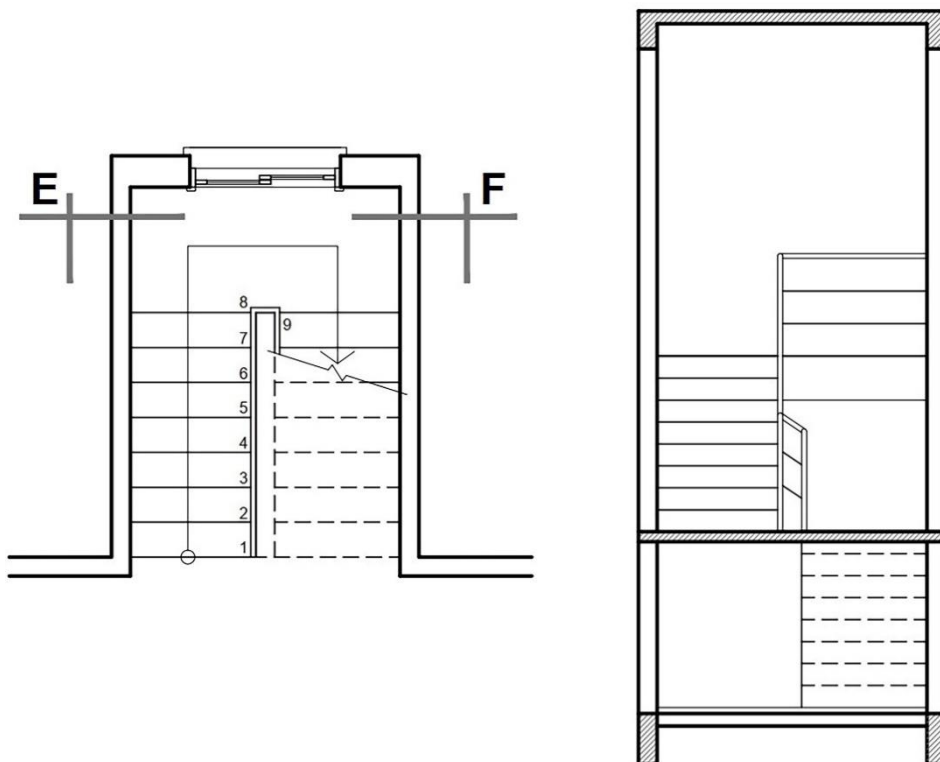


Figura 112 – Alteração na posição do plano de corte: plano paralelo ao patamar. Fonte: autor

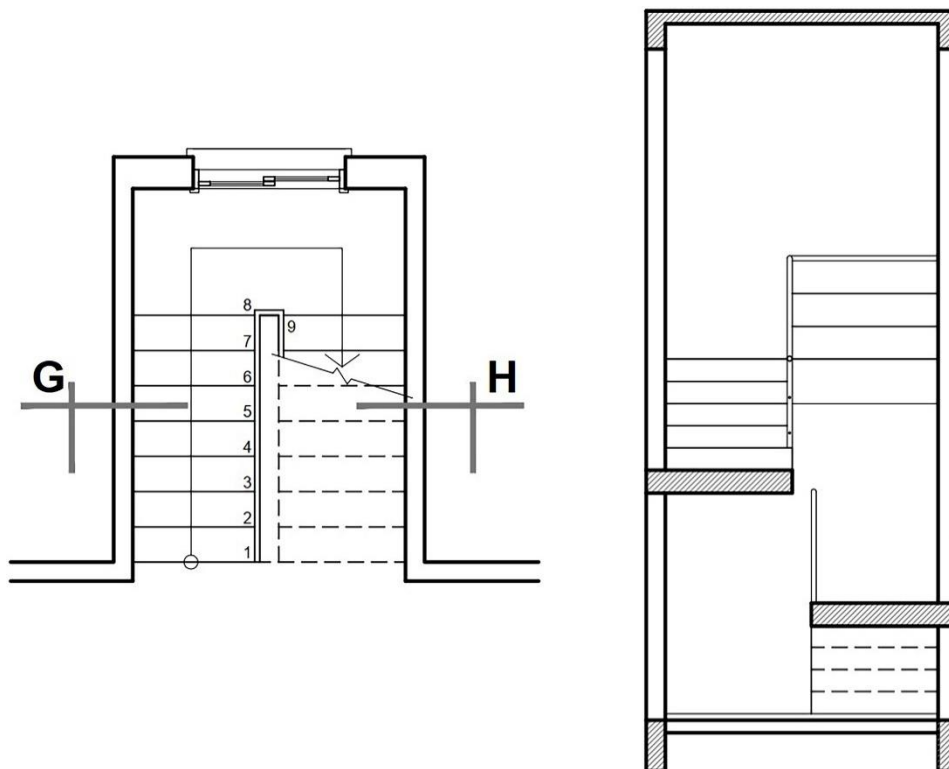


Figura 113 – Alteração na posição do plano de corte: plano perpendicular aos 1º e 2º lances.  
Fonte: autor

Para exemplos de dimensionamento, projeto e representação de escadas em saídas de emergência de edifícios deve ser consultada a NBR 9077 (ABNT, 2001).

## PARTE 5 – FOLHAS DE DESENHO

### 5.1 FORMATO PADRÃO BÁSICO E DERIVAÇÕES

As Normas Brasileiras de Desenho Técnico estabelecem como padrão para folhas de desenho a série "A" do padrão ISO. O formato básico para da série "A" é o retângulo de área igual a 1 m<sup>2</sup> e de lados medindo 841 mm x 1189 mm, isto é, guardando entre si a mesma relação que existe entre o lado de um quadrado e sua diagonal.

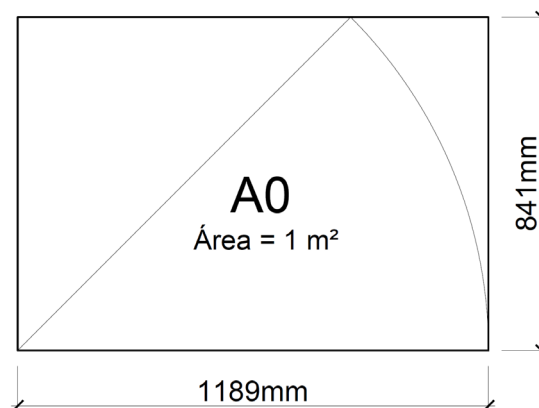
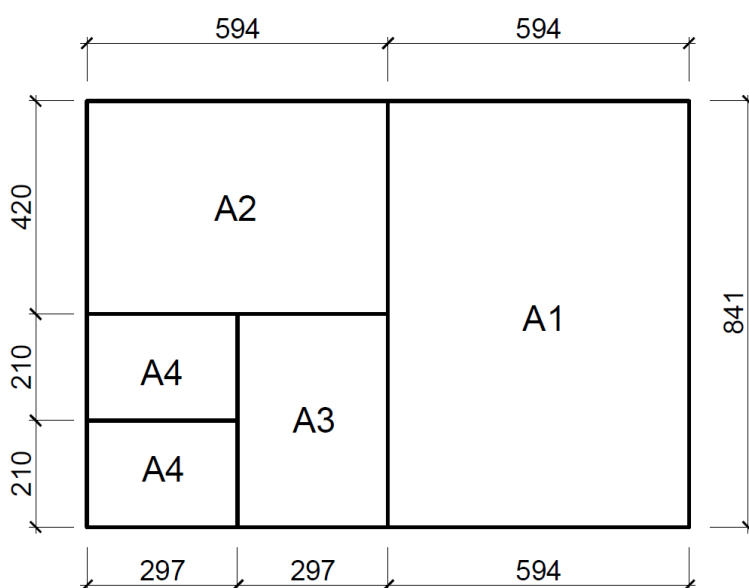


Figura 114 – Origem dos formatos da Série ISO-A1. Fonte autor

Deste formato básico, designado por A0 (A zero), deriva-se a série "A" pela bipartição ou pela duplicação sucessiva



FORMATO	DIMENSÕES (mm)
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297

Figura 115 – Formatos derivados da série ISSO-A. Fonte: autor

Além dos formatos padrões da série A, a NBR 16752 (ABNT, 2020b) prescreve que, quando necessário, podem ser utilizados formatos estendidos, obtidos pela combinação das dimensões do lado menor de um formato com o lado maior do formato seguinte (maior). O resultado são os formatos a seguir apresentados.

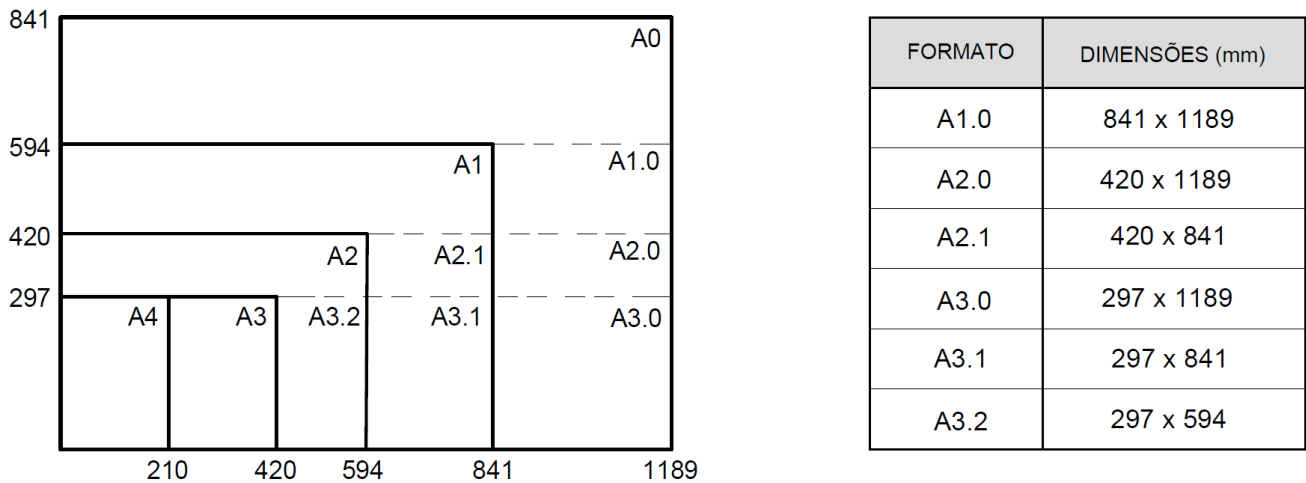


Figura 116 – Formatos estendidos. Fonte: Fonte autor

## 5.2 MARGENS E QUADRO

Todas as folhas de desenho devem ter margem e quadro limitando o espaço para o desenho (ABNT, 2020). O quadro limita o espaço para o desenho. As margens esquerda e direita, bem como as espessuras das linhas, devem ter as dimensões constantes na tabela abaixo. A margem esquerda serve para ser perfurada e utilizada no arquivamento.

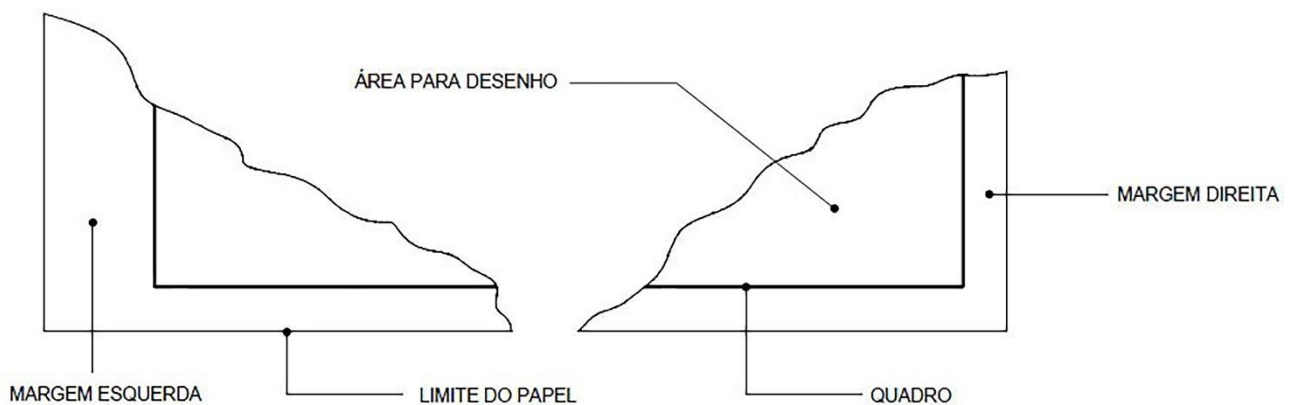


Figura 117 – Margens e quadro de desenho. Fonte: autor

Tabela 7 – Dimensões e espessuras de linhas dos elementos de uma folha.

Formato	Margem			Espaço para desenho	Largura da linha de quadro
	Esquerda	Direita	Superior e inferior		
A0	20	10	10	821 x 1159	1,0
A1	20	10	10	574 x 811	1,0
A2	20	10	10	400 x 564	0,7
A3	20	10	10	277 x 390	0,7
A4	20	10	10	180 x 277	0,7

Fonte: NBR 16752 (ABNT, 2020b)

### 5.3 CONTEÚDO E DISPOSIÇÃO DOS ESPAÇOS NA FOLHA DE DESENHO

Os espaços da folha de desenho são divididos em: a) espaço para desenho; b) legenda (selo ou carimbo); d) espaço para informações complementares (quando necessário)

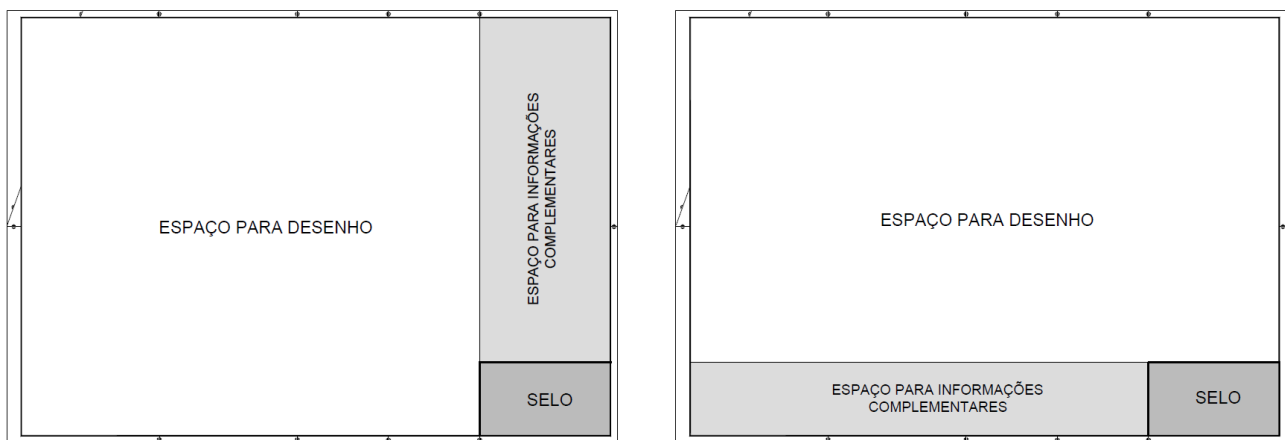


Figura 118 – Conteúdo e disposição dos espaços na folha de desenho. Fonte: autor

Conforme a NBR 16752 (ABNT, 2020b) o desenho deve ser realizado no espaço para desenho. Havendo mais de um desenho, eles devem estar disposto ordenadamente na horizontal e na vertical. Se houver um desenho principal, este deve ser posicionado acima e à esquerda deste espaço. É comum no desenho de arquitetura, quando não há muitas informações complementares, limitar-se o espaço destinado a elas até a altura de uma folha A4, utilizando-se o espaço acima para disposição de desenhos.

## 5.4 LEGENDA (CARIMBO OU SELO)

A legenda deve estar posicionada dentro do quadro para desenho e conter a identificação deste (número de registro, título, origem, etc.) (ABNT, 2020). A legenda deve estar situada no canto inferior direito, tanto nas folhas posicionadas horizontalmente como verticalmente. A direção da leitura da legenda deve corresponder à do desenho.

A legenda (carimbo ou selo) deve ter 180 mm de largura para os formatos A0, A1 e A3 e 182 mm de largura para o formato A2.

De uma forma genérica, a NBR 16752 (ABNT, 2020b) estabelece que no carimbo de um projeto de arquitetura devem constar as seguintes informações:

- ▶ proprietário legal e/ou empresa (nome, marca fantasia ou logotipo)
- ▶ título;
- ▶ número de identificação;
- ▶ tipo de documento;
- ▶ responsável pelo conteúdo;
- ▶ autor e aprovador;
- ▶ projetista, desenhista e verificador;
- ▶ data da emissão;
- ▶ escala;
- ▶ número ou indicação sequencial da folha; e
- ▶ nome do responsável técnico, título profissional e registro no órgão de classe, quando cabível.

Outras informações podem se fazer presentes, conforme a necessidade:

- ▶ subtítulo;
- ▶ dados do projeto (nome, localização, fase e outros);
- ▶ local, data e assinatura;
- ▶ indicação;
- ▶ nome do arquivo eletrônico;
- ▶ unidade de medida utilizada, se aplicável;
- ▶ índice da versão ou revisão;
- ▶ total de folhas; e
- ▶ idioma

Abaixo é apresentado um exemplo de legenda de projetos de arquitetura.

<i>Abcd projetos</i>		PROJETO <b>RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR</b>	
		ÁREA <b>PROJETO ARQUITETÔNICO</b>	
CLIENTE NOME DO CLIENTE		ENDEREÇO DA OBRA ENDEREÇO DA OBRA	
PROJETISTA NOME DO(S) PROJETISTA(S)		DESENHISTA NOME	
EXECUÇÃO NOME DO(S) RESPONSÁVEL(IS) PELA EXECUÇÃO		DATA DATA	
NÚMERO ABC-12345631-01-001		CONTÉUDO TÍTULO DOS DESENHOS SUBTÍTULO DOS DESENHOS	
REVISÃO DATA	REVISOR NOME	ESCALAS ESCALAS	
		FOLHA <b>01/05</b>	

Figura 119 – Exemplo de legenda (selo ou carimbo). Fonte: autor

Em geral, cada profissional adota seu próprio padrão de legenda, com as informações que julga cabíveis para o tipo de projeto/obra que está sendo representada. De toda a forma, deve sempre ser deixado um espaço livre (espaço de informações) acima (no caso de legendas verticais) ou ao lado (no caso de legendas horizontais) da legenda para anotações, informações complementares, ou carimbos e registros por parte de órgãos públicos e outros. A norma esclarece que normalmente são colocados neste espaço: a) explicações; b) instruções; c) referências gerais; e) desenhos esquemáticos; f) lista de itens; g) tabela de revisões.

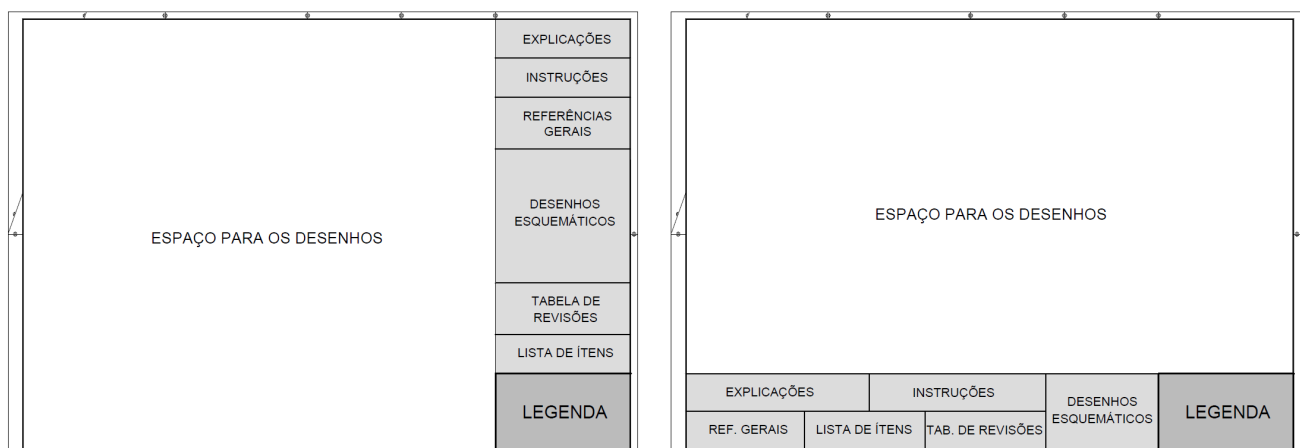


Figura 120 – Disposição das informações complementares em uma folha de desenho. Fonte: autor

## 5.5 OUTROS

Além dos itens anteriores (formato e tamanho das folhas, margens e carimbo) a NBR 16752 (ABNT, 2020b) estabelece outros requisitos que devem ser observados em relação as folhas de desenho: marcas de centro; sistema de referência por malha; marcas de corte; e marcas de dobramento. As marcas de centro e o sistema de referência por malha são pouco utilizados no desenho da arquitetura. Por outro lado, é recomendável sempre indicar as posições de dobramento e de corte das folhas.

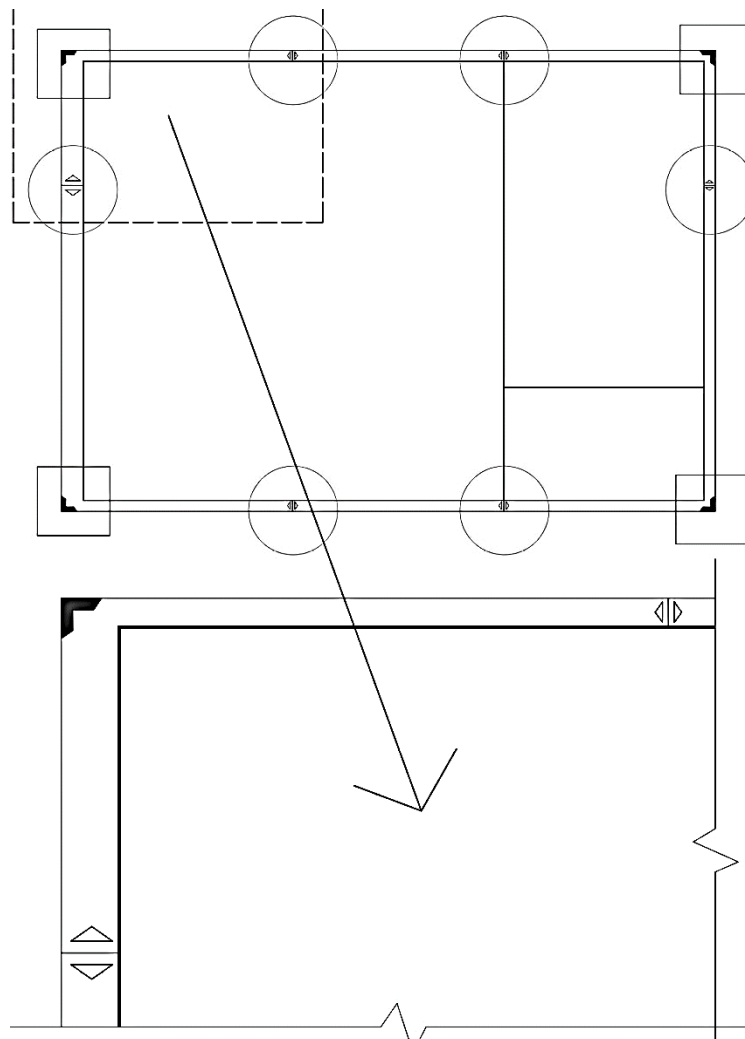


Figura 121 – Marcas de corte e dobradura. Fonte: autor

## 5.6 DOBRAMENTO

Sendo necessário, o dobramento das folhas de desenho de formato A0, A1, A2, e A3, devem resultar no formato A4. As folhas devem ser dobradas levando em conta a fixação através da aba em pastas e de modo a deixar visível o carimbo destinado à legenda.



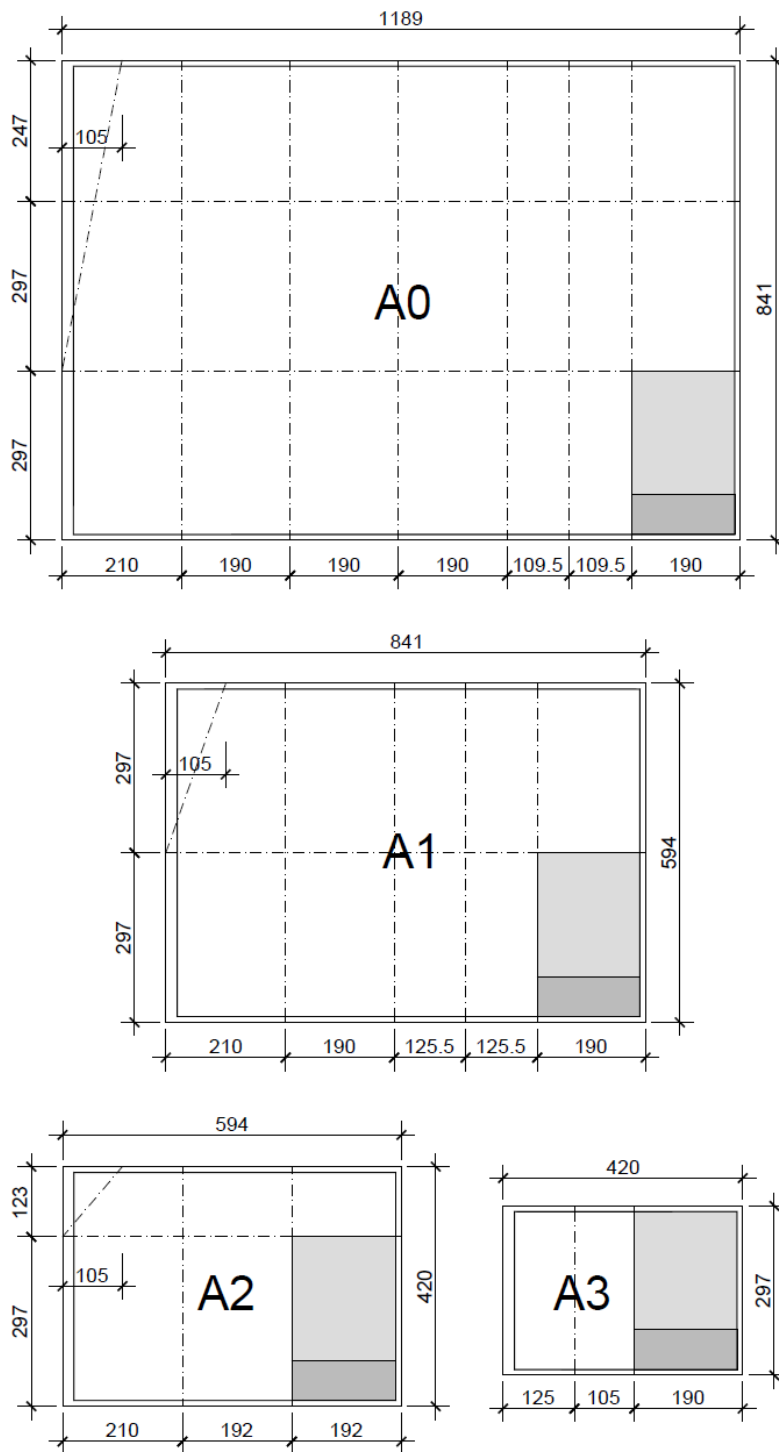


Figura 122 – Dobraduras das folhas de desenho. Fonte: autor

## 5.7 ORGANIZAÇÃO DOS DESENHOS DAS FOLHAS

Os desenhos devem ser organizados dentro das pranchas (folhas) seguindo-se a seguinte ordem:

- 1º) Quadro de áreas e índices;
- 2º) planta de situação;

- 3º) planta de localização;
- 4º) planta de cobertura;
- 5º) planta baixa;
- 6º) cortes;
- 7º) fachadas;
- 8º) perspectivas (quando houver); e
- 9º) detalhes (quando houver).

Sempre que possível as pranchas devem possuir todas o mesmo tamanho, organizando-se os desenhos dentro dessas de forma sequencial. Os desenhos não devem ficar excessivamente próximos (entre eles e com as margens) e nem excessivamente afastados.

Todos os desenhos devem ser numerados (por prancha), com título e indicação da escala, para tanto a norma recomenda a utilização da seguinte simbologia:



Figura 123 – Indicação da numeração, título e escala dos desenhos. Fonte: autor

A numeração e o título do desenho devem ser colocados logo abaixo a esse, a uma distância adequada (não muito próxima e nem muito afastada). Cada prancha pode conter um ou mais desenhos.

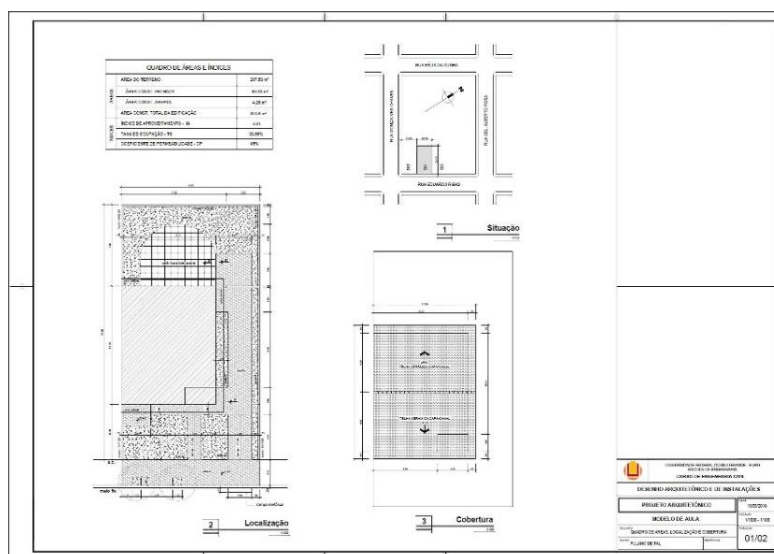


Figura 124 – Exemplo de disposição de desenhos na folha: quadro de áreas, planta de situação, planta de localização e planta de cobertura. Fonte: autor

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. Otimização e Padronização de Informações em CAAD. AsBEA, **A Integração entre Projetos e Projetistas**. Revisão 1.4. AsBEA, 2000. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/41398977/Normas-Cad-Asbea>. Acesso em: 18 de set. 2015
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10126. **Cotagem em desenho técnico**. ABNT. Rio de Janeiro, nov. 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6492. **Representação de projetos de arquitetura**. ABNT. Rio de Janeiro, abr. 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9077. **Saídas de emergência em edifícios**. ABNT. Rio de Janeiro, dez. 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050. **Acessibilidade a edificações, mobiliários e equipamentos urbanos**. 4. ed. ABNT. Rio de Janeiro, 03 ago. 2020a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16752 - **Desenho técnico – Requisitos para apresentação em folhas de desenho**. ABNT. Rio de Janeiro, 23 jan. 2020b.
- PORTAL 44 ARQUITETURA. **Arquitetura Paramétrica**: você precisa aprender agora sobre isso. 2017. Disponível em: <http://44arquitetura.com.br/2017/09/arquitetura-parametrica-saber-sobre/>. Acesso em: 20 set. 2019.
- RUGGERI, Rene. **Sistema de Organização de Informações de Projetos – SOIP**. 2004. Disponível em: <http://br.groups.yahoo.com/group/grupo-cad-autocad/>. Acesso em: 18 de set. 2015.
- SAINZ, J; VALDERRAMA, F. **Infografía y Arquitectura**: dibujo y proyecto asistido por ordenador. Madrid: Ed. Nerea, 1992.
- SCHULER, Denise; MUKAY, Hitomi. **Apostila da Disciplina de Desenho Técnico I**. Curso de Arquitetura da Faculdade Assis Gurgacz. Cascavel, 2005. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/42762695/Apostila-Desenho-Arquitetura-FAG>. Acesso em: 25 de jun. 2010.
- SINDUSCON-GO. **Manual de Referência para Padronização de Projetos em CAD**. Sindicato da Indústria da Construção no Estado de Goiás. SINDUSCON – GO. Goiânia: SENAI/FATESG, 2007.

XAVIER, Sinval. **O Desenho Arquitetônico Auxiliado por Computador**. Um caso prático: A Westechster House de Richard Meier. Monografia de conclusão do Curso de Especialização em Desenho. UFPEL. Pelotas: UFPEL, 2004.

**EDITORA E GRÁFICA DA FURG**  
**CAMPUS CARREIROS**  
**CEP 96203 900**  
**editora@furg.br**

ISBN 978-65-5754-058-9



9 786557 540589