

# Aula 23 – Projeto Elétrico de um Edifício Residencial - Parte 2: Dimensionamento

## Desvendando o Coração Elétrico: Dimensionamento de Edifícios Residenciais

Bem-vindo à Aula 23 do nosso Curso de Projetos de Instalações Elétricas! Se você chegou até aqui, é porque já compreende a importância de um projeto elétrico bem concebido. Mas, como um bom chef sabe que a receita não é só misturar ingredientes, um engenheiro eletricista entende que um projeto vai muito além de desenhar tomadas e interruptores. Ele exige precisão, segurança e, acima de tudo, um dimensionamento impecável.

Nesta aula, vamos mergulhar na "Parte 2" do Projeto Elétrico de um Edifício Residencial, focando no **dimensionamento**. Imagine que você está construindo o sistema circulatório de um corpo: cada veia, artéria e capilar precisa ter o tamanho certo para levar o fluxo de energia necessário, sem sobrecarregar ou desperdiçar. É exatamente isso que faremos com os condutores, proteções e quadros de distribuição do nosso edifício.

Ao final desta jornada de 120 minutos, você será capaz de calcular a demanda elétrica total de um edifício, dimensionar os alimentadores e condutores da prumada principal, selecionar as proteções gerais adequadas e, finalmente, dimensionar os quadros de distribuição das áreas comuns. Prepare-se para transformar teoria em prática, aplicando as mais recentes diretrizes da ABNT NBR 5410 e incorporando princípios de eficiência energética.

Para aproveitar ao máximo, é fundamental que você já tenha uma base sólida em conceitos de eletricidade, como potência, corrente, tensão e resistência, além de uma familiaridade com a leitura de plantas baixas. Se você já acompanhou a "Parte 1" deste projeto, a transição será ainda mais fluida. Vamos construir um conhecimento robusto que fará a diferença na sua carreira, seja na universidade ou em futuros desafios profissionais.

# A Demanda Elétrica: O Ponto de Partida para um Projeto Robusto

## O Conceito de Demanda

Ao iniciar um projeto elétrico, a primeira pergunta que surge não é "quantas tomadas teremos?", mas sim "quanta energia este edifício realmente vai precisar?". É como planejar uma viagem: você não compra passagens para um avião de 500 lugares se vai viajar sozinho, nem tenta encaixar 20 pessoas em um carro compacto. O segredo está em prever a **demanda** de forma precisa.

## Além da Soma Simples

A demanda elétrica é a potência média consumida por uma instalação durante um determinado período. Ela não é simplesmente a soma de todas as potências nominais dos equipamentos instalados. Pense na sua casa: você liga todos os aparelhos ao mesmo tempo? Provavelmente não. A geladeira está sempre ligada, mas o chuveiro só por alguns minutos, e a máquina de lavar, esporadicamente. A NBR 5410 nos ajuda a traduzir essa realidade de uso em um valor de demanda que seja seguro e econômico.

## Consequências de Erros

Ignorar o cálculo da demanda ou fazê-lo de forma inadequada é um erro comum com consequências graves. Se subestimarmos a demanda, a instalação pode sofrer sobrecargas, quedas de tensão excessivas e até incêndios. Se superestimarmos, teremos um projeto caro e ineficiente, com condutores e equipamentos superdimensionados que desperdiçam recursos e espaço. O cálculo da demanda é, portanto, a bússola que nos guiará em todo o dimensionamento subsequente.

# Métodos de Cálculo de Demanda: A Inteligência por Trás da NBR 5410

## A Norma como Guia

Compreendida a importância da demanda, o próximo passo é saber como calculá-la. A NBR 5410, nossa principal norma de referência, não nos deixa na mão e oferece métodos claros para estimar essa necessidade energética. Para a maioria das instalações residenciais, o cálculo da demanda para iluminação e tomadas segue uma lógica que considera a **potência instalada** e aplica fatores de demanda que refletem a probabilidade de uso simultâneo.

## A Analogia do Churrasco

Imagine que você está organizando um churrasco. Você sabe que nem todos os convidados comerão a mesma quantidade de carne, nem todos chegarão na mesma hora. Você estima a quantidade total de carne baseando-se no número de pessoas, mas com um "fator de demanda" que leva em conta que alguns comerão mais, outros menos, e que não haverá um consumo máximo simultâneo por todos. Da mesma forma, a norma nos orienta a considerar a potência total de iluminação e tomadas, mas aplicando fatores que reduzem esse valor para um patamar mais realista de consumo simultâneo.

## Fatores de Demanda

Por exemplo, para iluminação e tomadas de uso geral (TUGs) em áreas comuns de um edifício, a norma estabelece potências mínimas por metro quadrado ou por ponto, e então aplica fatores de demanda decrescentes à medida que a potência instalada aumenta. Isso significa que, quanto maior a instalação, menor a proporção da potência total que se espera que seja utilizada simultaneamente. Esse é um dos pilares para um dimensionamento eficiente e seguro, evitando o desperdício sem comprometer a segurança.



**Potência Instalada**

**Aplicar Fatores**

**Demanda Final**

# Demanda de Cargas Específicas e a Demanda Total do Edifício



## Iluminação e TUGs

Potências mínimas por  $m^2$  ou ponto, com fatores de demanda decrescentes conforme a NBR 5410.



## Cargas Específicas

Elevadores, bombas d'água, sistemas de aquecimento, ar-condicionado, portões eletrônicos - cada um com seu próprio método de cálculo.



## Demanda Total

Soma das demandas individuais, representando a potência que a concessionária precisará fornecer ao edifício.

Além da iluminação e das tomadas de uso geral, um edifício residencial possui diversas outras cargas que precisam ser consideradas no cálculo da demanda. Pense em elevadores, bombas d'água, sistemas de aquecimento central, ar-condicionado em áreas comuns, portões eletrônicos e outros equipamentos que possuem uma potência significativa e um padrão de uso específico. Cada uma dessas cargas é tratada de forma particular pela NBR 5410, muitas vezes com seus próprios fatores de demanda ou métodos de cálculo.

É como montar um quebra-cabeça complexo. Você já encaixou as peças da iluminação e das tomadas, mas agora precisa adicionar as peças maiores e mais distintas, como os motores dos elevadores ou as bombas. Para cada uma dessas peças, a norma fornece diretrizes específicas, que podem envolver a potência nominal do equipamento, o número de unidades, e fatores de simultaneidade ou de utilização que refletem a probabilidade de estarem operando ao mesmo tempo. Por exemplo, se há dois elevadores, é improvável que ambos operem em sua capacidade máxima exatamente no mesmo instante de pico.

Após calcular a demanda de cada tipo de carga – iluminação, TUGs, e cada carga específica – o passo final é somar todas essas demandas para obter a **demanda total do edifício**. Este valor representa a potência que a concessionária de energia precisará fornecer ao ponto de entrada do edifício. É a partir dessa demanda total que dimensionaremos os alimentadores principais, a prumada e as proteções gerais, garantindo que a "espinha dorsal" elétrica do edifício seja robusta o suficiente para suportar todas as suas necessidades energéticas.

# Dimensionando a Artéria Principal: Alimentadores e Prumadas

## Alimentadores

Condutores que conectam a medição da concessionária ao quadro de distribuição geral do edifício.

## Prumada

Conjunto de condutores que se estende verticalmente, distribuindo energia para os quadros de cada andar ou apartamento.

Com a demanda total do edifício calculada, é hora de dimensionar os "vasos sanguíneos" principais que levarão a energia da entrada do edifício até os quadros de distribuição de cada pavimento ou unidade. Estamos falando dos **alimentadores** e da **prumada**. O alimentador é o condutor que conecta a medição da concessionária ao quadro de distribuição geral do edifício, enquanto a prumada é o conjunto de condutores que se estende verticalmente, distribuindo a energia para os quadros de distribuição de cada andar ou apartamento.

Pense na prumada como o tronco de uma árvore robusta, de onde partem galhos menores (os circuitos de cada apartamento). Se o tronco for muito fino, ele não conseguirá nutrir todos os galhos, e a árvore inteira sofrerá. Da mesma forma, os condutores da prumada devem ser dimensionados para suportar a corrente total demandada pelo edifício, garantindo que a energia chegue com qualidade a todos os pontos. Um dimensionamento inadequado pode levar a quedas de tensão excessivas, superaquecimento dos cabos e, em casos extremos, falhas no sistema.

### 1 Capacidade de Condução de Corrente

O cabo deve suportar a corrente sem superaquecer.

### 2 Queda de Tensão

A tensão não pode cair demais ao longo do cabo.

### 3 Proteção contra Sobrecargas e Curtos-Circuitos

O cabo deve ser protegido por um dispositivo que atue antes que ele seja danificado.

O dimensionamento desses condutores é um processo crítico que envolve três critérios principais, conforme a NBR 5410: a **capacidade de condução de corrente** (o cabo deve suportar a corrente sem superaquecer), a **queda de tensão** (a tensão não pode cair demais ao longo do cabo) e a **proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos** (o cabo deve ser protegido por um dispositivo que atue antes que ele seja danificado). Ignorar qualquer um desses critérios é como construir uma ponte sem considerar o peso que ela suportará, a distância que ela cobrirá e a segurança em caso de acidentes.

# Cálculo da Seção dos Condutores da Prumada: Escolhendo o "Fio" Certo

## A Importância da Seção

Agora que entendemos a importância da prumada, vamos ao cálculo prático da seção dos condutores. A seção de um condutor, ou sua "grossura", é fundamental para garantir que ele possa transportar a corrente elétrica necessária sem superaquecer. A NBR 5410 nos fornece tabelas e diretrizes para essa escolha, considerando não apenas a corrente de projeto, mas também o tipo de isolamento do cabo, o método de instalação (se está em eletroduto, bandeja, etc.) e a temperatura ambiente.

## A Analogia da Mangueira

Imagine que você está dimensionando uma mangueira para encher uma piscina. Se a mangueira for muito fina para a vazão de água que você precisa, a água sairá fraca e demorará muito para encher a piscina, além de a mangueira poder estourar sob pressão. Da mesma forma, um condutor com seção insuficiente para a corrente de projeto irá superaquecer, danificar sua isolamento e, em casos graves, causar incêndios. Por outro lado, um condutor superdimensionado é um desperdício de material e dinheiro.

### Passo 1: Determinar a Corrente de Projeto

Calcule a corrente dividindo a demanda total pela tensão de alimentação.

### Passo 2: Consultar as Tabelas da NBR 5410

Utilize as Tabelas de Capacidade de Condução de Corrente para encontrar a seção adequada.

### Passo 3: Aplicar Fatores de Correção

Ajuste a capacidade de condução considerando o método de instalação e a temperatura ambiente.

O processo geralmente começa determinando a corrente de projeto, que é a demanda total do edifício dividida pela tensão de alimentação. Com esse valor em mãos, consultamos as tabelas da NBR 5410 (Tabelas de Capacidade de Condução de Corrente) para encontrar a menor seção de condutor que suporte essa corrente, aplicando os fatores de correção necessários para o método de instalação e temperatura. É um passo técnico, mas essencial para a segurança e a longevidade da instalação elétrica.

# Verificação da Queda de Tensão na Prumada: Garantindo a Qualidade da Energia

Dimensionar a seção do condutor pela capacidade de condução é apenas o primeiro passo. O segundo critério crucial é a **queda de tensão**. A energia elétrica, ao percorrer um condutor, sofre uma pequena "perda" de tensão devido à resistência do próprio material. Se essa queda for excessiva, os equipamentos nas extremidades da instalação podem não funcionar corretamente, ter sua vida útil reduzida ou consumir mais energia para compensar a baixa tensão.

## A Analogia da Mangueira de Jardim

Pense em uma mangueira de jardim muito longa. Mesmo que ela seja grossa o suficiente para a vazão, a pressão da água na ponta pode ser bem menor do que na torneira, simplesmente pela distância que a água percorreu e pelo atrito interno. Com a eletricidade, acontece algo similar. A NBR 5410 estabelece limites máximos para a queda de tensão permitida, geralmente 4% para circuitos terminais e 5% para o conjunto alimentador + circuito terminal, a partir do ponto de entrega da concessionária. Ultrapassar esses limites significa uma instalação ineficiente e potencialmente problemática.

# 4%

### Limite para Circuitos Terminais

Queda de tensão máxima permitida pela NBR 5410 para circuitos terminais.

# 5%

### Limite para Alimentador + Circuito Terminal

Queda de tensão máxima permitida para o conjunto, a partir do ponto de entrega.

O cálculo da queda de tensão envolve a corrente de projeto, o comprimento do condutor, a resistividade do material (cobre ou alumínio) e o fator de potência da carga. Existem fórmulas específicas para circuitos monofásicos, bifásicos e trifásicos. Após calcular a queda de tensão para a seção de condutor inicialmente escolhida, comparamos o resultado com os limites da norma. Se a queda for superior, precisamos aumentar a seção do condutor, mesmo que a capacidade de condução já estivesse atendida. Este é um ajuste fino que garante a qualidade da energia em todo o edifício.

# Proteção Geral do Edifício: Os Guardiões da Instalação

Com os condutores da prumada dimensionados, o próximo passo vital é garantir que eles e toda a instalação estejam protegidos contra sobrecargas e curtos-circuitos. É aqui que entram os dispositivos de proteção, como os **disjuntores** e, em alguns casos, os fusíveis. Eles são os "guardiões" da instalação, prontos para atuar e interromper o fluxo de corrente sempre que detectam uma anomalia que possa causar danos aos equipamentos ou, mais importante, riscos à segurança das pessoas.



## Disjuntores

Dispositivos eletromecânicos que interrompem automaticamente o circuito quando detectam sobrecorrentes ou curtos-circuitos.



## Fusíveis

Dispositivos mais simples que se fundem quando a corrente excede um valor predeterminado, interrompendo o circuito.



## Sistema Imunológico

Imagine que o sistema elétrico é como o sistema imunológico do corpo. Quando um vírus (uma sobrecarga) ou uma bactéria (um curto-circuito) tenta atacar, o sistema imunológico (o disjuntor) entra em ação para neutralizar a ameaça e proteger o organismo.

### 1 Corrente Nominal

A corrente máxima que o disjuntor suporta continuamente sem desarmar. Deve ser compatível com a corrente de projeto do circuito e menor que a capacidade de condução do condutor.

### 2 Capacidade de Interrupção

A corrente máxima de curto-circuito que o disjuntor consegue interromper com segurança. Crucial para garantir que o disjuntor não se danifique ao tentar interromper um curto-circuito de alta intensidade.

Sem essa proteção, um pequeno problema pode se transformar rapidamente em um desastre, como um incêndio ou um choque elétrico grave. A escolha correta desses dispositivos é tão importante quanto o dimensionamento dos condutores.

# Dimensionamento do Disjuntor Geral: O Coração da Proteção

## O Papel do Disjuntor Geral

O disjuntor geral é o principal dispositivo de proteção de todo o edifício. Ele está localizado no quadro de distribuição geral (QDG) e é responsável por proteger a prumada e, indiretamente, todas as cargas do edifício contra sobrecargas e curtos-circuitos que possam vir da rede da concessionária ou de falhas internas de grande porte. Dimensioná-lo corretamente é um passo crítico para a segurança e a confiabilidade da instalação.

## A Analogia da Panela de Pressão

Pense no disjuntor geral como a válvula de segurança de uma panela de pressão. Se a pressão interna (corrente elétrica) se torna excessiva, a válvula (disjuntor) libera essa pressão para evitar uma explosão. Se a válvula for muito pequena, ela não conseguirá liberar a pressão a tempo; se for muito grande, pode não atuar quando necessário. O equilíbrio é a chave.

### Passo 1: Calcular a Corrente de Projeto

Com base na demanda total do edifício, determine a corrente que fluirá pelo disjuntor geral.

### Passo 2: Selecionar a Corrente Nominal

Escolha um disjuntor com corrente nominal imediatamente superior à corrente de projeto, mas menor ou igual à capacidade de condução do condutor da prumada.

### Passo 3: Verificar a Capacidade de Interrupção

Certifique-se de que a capacidade de interrupção do disjuntor seja maior ou igual à corrente de curto-circuito máxima esperada no ponto de instalação.

Para dimensionar o disjuntor geral, primeiro calculamos a **corrente de projeto** com base na demanda total do edifício. Em seguida, selecionamos um disjuntor com corrente nominal imediatamente superior à corrente de projeto, mas que também seja menor ou igual à capacidade de condução do condutor da prumada. Além disso, a capacidade de interrupção do disjuntor deve ser maior ou igual à corrente de curto-circuito máxima esperada no ponto de instalação. Este cálculo exige atenção aos detalhes e o uso das tabelas e critérios da NBR 5410 para garantir que a proteção seja eficaz e segura.

# Coordenação e Seletividade da Proteção: A Orquestra da Segurança

Um sistema elétrico bem projetado não se resume a ter disjuntores; ele precisa ter disjuntores que trabalhem em harmonia. É aqui que entram os conceitos de **coordenação** e **seletividade** da proteção. A coordenação garante que os dispositivos de proteção atuem de forma sequencial e lógica, enquanto a seletividade assegura que, em caso de falha, apenas o disjuntor mais próximo do ponto de defeito desarme, mantendo o restante da instalação em funcionamento.

## A Analogia da Orquestra

Imagine uma orquestra. Se um músico desafina, você não quer que a orquestra inteira pare de tocar. Você quer que apenas aquele músico corrija seu erro, ou que seja substituído, sem interromper a melodia principal. Da mesma forma, em um edifício, se um curto-circuito ocorre em um apartamento específico, o ideal é que apenas o disjuntor daquele apartamento desarme, e não o disjuntor geral do prédio, que deixaria todos os outros apartamentos sem energia.



### Disjuntor Geral

Protege todo o edifício, atua apenas se os disjuntores a jusante falharem.



### Disjuntor do Andar

Protege um andar inteiro, atua apenas se os disjuntores dos apartamentos falharem.



### Disjuntor do Apartamento

Protege um apartamento específico, é o primeiro a atuar em caso de falha naquele apartamento.

A **seletividade** é crucial para a continuidade do serviço. Ela é obtida escolhendo disjuntores com características de tempo-corrente que garantam que o dispositivo "a jusante" (mais próximo da carga) atue antes do dispositivo "a montante" (mais próximo da fonte). Isso significa que o disjuntor do apartamento desarma antes do disjuntor do quadro de distribuição do andar, que por sua vez desarma antes do disjuntor geral do edifício. Um estudo de seletividade é fundamental em projetos de grande porte para minimizar interrupções e garantir a segurança operacional.

# Quadros de Distribuição das Áreas Comuns: O Centro de Comando Local



## Função Principal

Receber energia da prumada e distribuí-la para os diversos circuitos de iluminação, tomadas e cargas específicas das áreas comuns.



## Analogia do Painel de Controle

Pense no quadro de distribuição como o painel de controle de uma nave espacial, onde cada botão e alavanca controla uma função específica.



## Organização e Manutenção

Um quadro bem planejado evita emaranhados de fios, facilita a identificação de problemas e garante distribuição segura e eficiente.

Após dimensionar a "espinha dorsal" do edifício (alimentadores e prumada) e suas proteções gerais, é hora de focar nos "centros de comando" locais: os **quadros de distribuição das áreas comuns**. Estes quadros são responsáveis por receber a energia da prumada e distribuí-la para os diversos circuitos de iluminação, tomadas e cargas específicas de áreas como corredores, salões de festa, academias, garagens e portarias.

Pense no quadro de distribuição como o painel de controle de uma nave espacial, onde cada botão e alavanca controla uma função específica. Ele não apenas abriga os disjuntores de cada circuito, mas também serve como um ponto central para a organização e proteção de toda a instalação elétrica daquela área. A correta localização e dimensionamento desses quadros são essenciais para a segurança, a manutenção e a funcionalidade do edifício.

A NBR 5410 estabelece diretrizes claras para a montagem e o dimensionamento desses quadros, incluindo a necessidade de espaço para futuras expansões, fácil acesso para manutenção e identificação clara de cada circuito. Um quadro bem planejado evita emaranhados de fios, facilita a identificação de problemas e garante que a energia seja distribuída de forma segura e eficiente para todas as cargas das áreas comuns, contribuindo para a longevidade e a confiabilidade de todo o sistema elétrico do edifício.

# Dimensionamento de Circuitos e Proteções nos Quadros Comuns

Dentro de cada quadro de distribuição das áreas comuns, a energia é subdividida em diversos circuitos, cada um dedicado a um grupo específico de cargas, como iluminação, tomadas de uso geral (TUGs) ou tomadas de uso específico (TUEs) para equipamentos como bombas ou ar-condicionado. O dimensionamento de cada um desses circuitos é um processo meticuloso que garante que cada "ramo" da instalação seja seguro e eficiente.

## A Analogia da Festa

Imagine que você está organizando uma festa e precisa distribuir a comida em diferentes mesas: uma para salgados, outra para doces, outra para bebidas. Você não colocaria tudo em uma única mesa, pois ficaria sobrecarregada e desorganizada. Da mesma forma, a divisão de circuitos evita a sobrecarga de um único condutor e permite que, em caso de falha em um circuito, apenas ele seja desligado, sem afetar o restante da instalação.

### Passo 1: Cálculo da Potência e Corrente

Determine a potência total e a corrente de projeto das cargas que o circuito alimentará.

### Passo 2: Seleção do Condutor

Escolha a seção mínima do condutor, considerando a capacidade de condução e a queda de tensão.

### Passo 3: Escolha do Disjuntor

Selecione um disjuntor com corrente nominal compatível com a corrente de projeto e a capacidade de condução do condutor, e capacidade de interrupção suficiente.

Para cada circuito, o processo de dimensionamento envolve: 1) o cálculo da potência e da corrente de projeto das cargas que ele alimentará; 2) a seleção da seção mínima do condutor, considerando a capacidade de condução e a queda de tensão; e 3) a escolha do disjuntor adequado, com corrente nominal compatível com a corrente de projeto e a capacidade de condução do condutor, e capacidade de interrupção suficiente. A NBR 5410 fornece os critérios para a divisão de circuitos e os valores mínimos de potência para iluminação e TUGs, garantindo que o projeto atenda aos requisitos de segurança e desempenho.



#### Escolher Proteção

Disjuntor por In and Icu

#### Selecionar Condutor

Seção por capacidade e queda

#### Calcular Carga

Potência e corrente totais

# Exemplo Prático: Dimensionando um Circuito de Iluminação Comum

Vamos aplicar o que aprendemos com um exemplo prático. Imagine que precisamos dimensionar um circuito de iluminação para um corredor de 20 metros quadrados em uma área comum do edifício.



## Cálculo da Potência de Iluminação

A NBR 5410 estabelece uma potência mínima para iluminação. Para áreas comuns, geralmente se considera 100 VA para os primeiros 6 m<sup>2</sup> e 60 VA para cada 4 m<sup>2</sup> inteiros ou fração excedente.

- Para 20 m<sup>2</sup>: 100 VA (primeiros 6 m<sup>2</sup>) + (14 m<sup>2</sup> / 4 m<sup>2</sup>) \* 60 VA = 100 VA + 4 \* 60 VA = 100 VA + 240 VA = 340 VA.
- Vamos arredondar para 350 VA para segurança.



## Cálculo da Corrente de Projeto

Supondo uma tensão de 127 V (monofásico):

- Corrente (I) = Potência (P) / Tensão (V) = 350 VA / 127 V ≈ 2,76 A.



## Seleção do Condutor

Consultando as tabelas da NBR 5410 para condutores de cobre com isolamento PVC (método de instalação em eletroduto embutido), a menor seção comercial disponível que suporta essa corrente é 1,5 mm<sup>2</sup>. A capacidade de condução para 1,5 mm<sup>2</sup> é geralmente 15,5 A (para 2 condutores carregados em eletroduto, 70°C). Isso é muito superior aos 2,76 A, o que é bom.



## Verificação da Queda de Tensão

Para um corredor de 15 metros de comprimento (ida e volta = 30 metros de cabo), com corrente de 2,76 A e condutor de 1,5 mm<sup>2</sup>, a queda de tensão seria mínima e bem abaixo do limite de 4%.



## Seleção do Disjuntor

O disjuntor deve ter corrente nominal imediatamente superior à corrente de projeto (2,76 A) e menor ou igual à capacidade de condução do cabo (15,5 A). O menor disjuntor comercial é de 10 A. Este disjuntor de 10 A protege o cabo de 1,5 mm<sup>2</sup> (15,5 A) e o circuito de iluminação.

Este é um exemplo simplificado, mas ilustra o processo de raciocínio para cada circuito.

# Exemplo Prático: Dimensionando um Circuito de Tomadas de Uso Geral (TUG) Comum

Agora, vamos dimensionar um circuito de Tomadas de Uso Geral (TUG) para a mesma área comum, digamos, para 5 tomadas em um salão de festas.



## Cálculo da Potência das TUGs

A NBR 5410 estabelece potências mínimas para TUGs. Para áreas comuns, geralmente se considera 600 VA para as primeiras 3 tomadas e 100 VA para cada tomada excedente.

- Para 5 TUGs:  $600 \text{ VA (primeiras 3)} + (2 * 100 \text{ VA}) = 600 \text{ VA} + 200 \text{ VA} = 800 \text{ VA}$ .



## Cálculo da Corrente de Projeto

Supondo uma tensão de 127 V (monofásico):

- $\text{Corrente (I)} = \text{Potência (P)} / \text{Tensão (V)} = 800 \text{ VA} / 127 \text{ V} \approx 6,3 \text{ A}$ .



## Seleção do Condutor

Consultando as tabelas da NBR 5410 para condutores de cobre com isolamento PVC (método de instalação em eletroduto embutido), a menor seção comercial disponível que suporta essa corrente é 2,5 mm<sup>2</sup>. A capacidade de condução para 2,5 mm<sup>2</sup> é geralmente 21 A (para 2 condutores carregados em eletroduto, 70°C). Isso é muito superior aos 6,3 A, o que é adequado.



## Verificação da Queda de Tensão

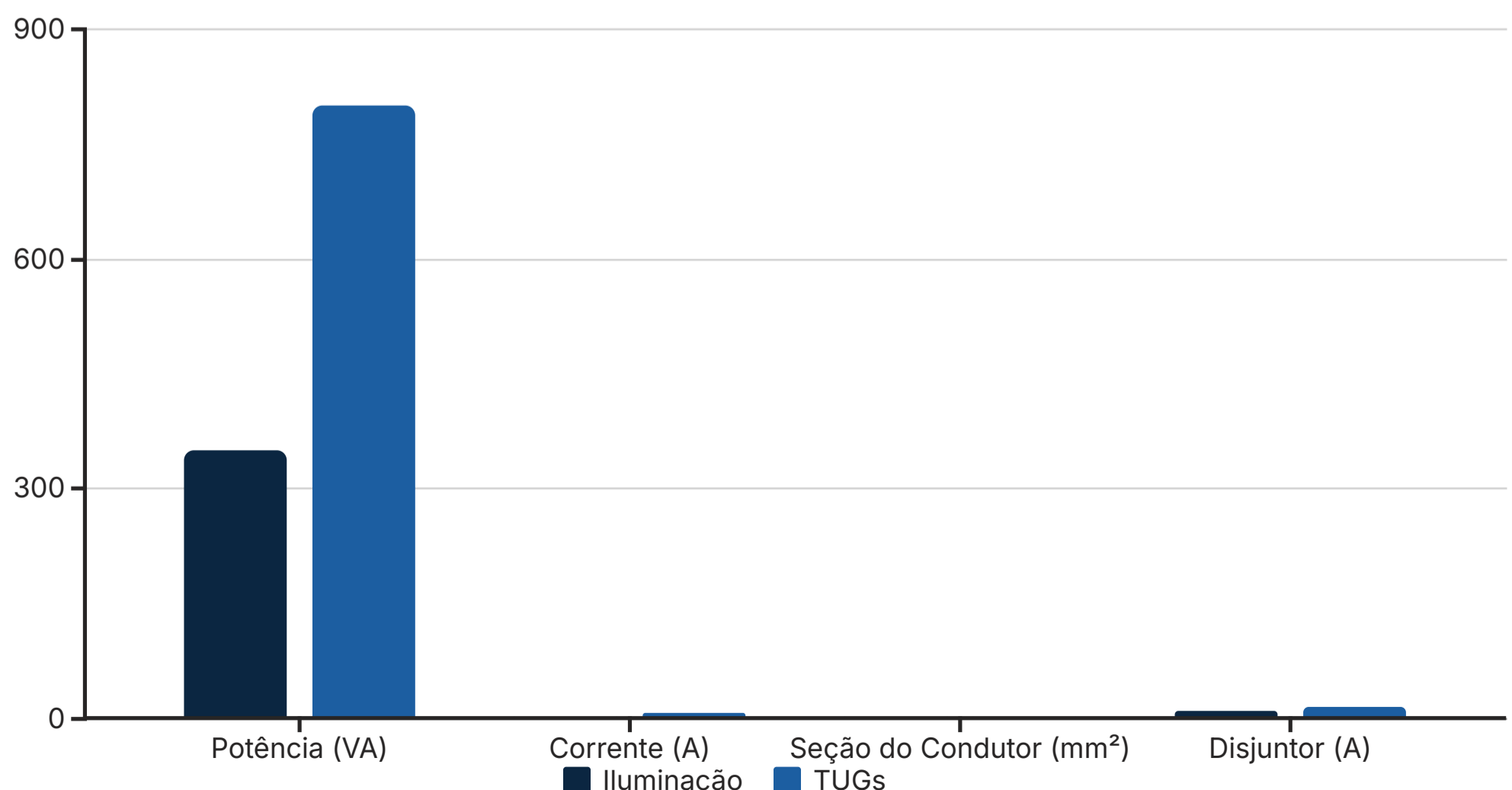
Para um circuito de 20 metros de comprimento (ida e volta = 40 metros de cabo), com corrente de 6,3 A e condutor de 2,5 mm<sup>2</sup>, a queda de tensão seria mínima e bem abaixo do limite de 4%.



## Seleção do Disjuntor

O disjuntor deve ter corrente nominal imediatamente superior à corrente de projeto (6,3 A) e menor ou igual à capacidade de condução do cabo (21 A). O menor disjuntor comercial que atende a isso é de 10 A ou 15 A. Optaremos por 15 A para ter uma margem, desde que o cabo de 2,5 mm<sup>2</sup> (21 A) esteja protegido.

Este exemplo reforça a importância de seguir os critérios da norma para cada tipo de carga, garantindo a segurança e a funcionalidade de cada circuito.



# Eficiência Energética no Dimensionamento: Além do Básico, a Inteligência no Projeto

## Mais que Funcionalidade

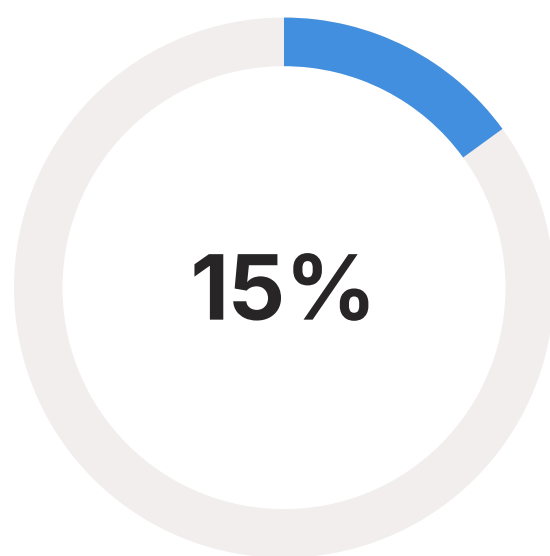
Em um mundo cada vez mais consciente da necessidade de economizar recursos, a **eficiência energética** deixou de ser um diferencial e se tornou um requisito fundamental em qualquer projeto elétrico. Dimensionar uma instalação não é apenas garantir que ela funcione, mas que funcione com o menor consumo de energia possível, sem comprometer o desempenho ou a segurança.

## A Analogia do Carro

Pense em um carro. Você pode ter um carro que te leva do ponto A ao ponto B, mas se ele consome muito combustível, ele não é eficiente. Um carro eficiente faz o mesmo percurso gastando menos. No projeto elétrico, a eficiência energética significa minimizar as perdas de energia que ocorrem naturalmente nos condutores e equipamentos, e otimizar o uso da energia. Isso se traduz em contas de luz menores para o condomínio e um menor impacto ambiental.

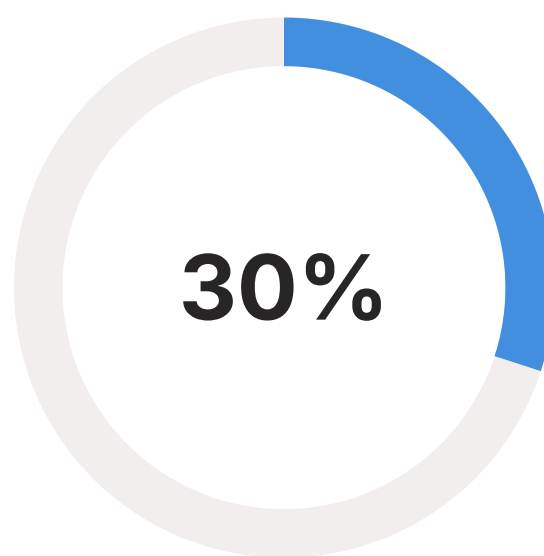
## Queda de Tensão e Eficiência

Como o dimensionamento contribui para isso? Um dos principais pontos é a **queda de tensão**. Embora a NBR 5410 estabeleça limites máximos, projetar com quedas de tensão menores do que o limite permitido pode resultar em economia significativa. Condutores com seções ligeiramente maiores do que o mínimo necessário para a capacidade de condução e queda de tensão mínima podem reduzir as perdas por efeito Joule (aquecimento dos cabos), que são perdas puras de energia. Além disso, a escolha de equipamentos eficientes e a consideração de sistemas de automação e controle de iluminação também são parte integrante de um projeto energeticamente inteligente.



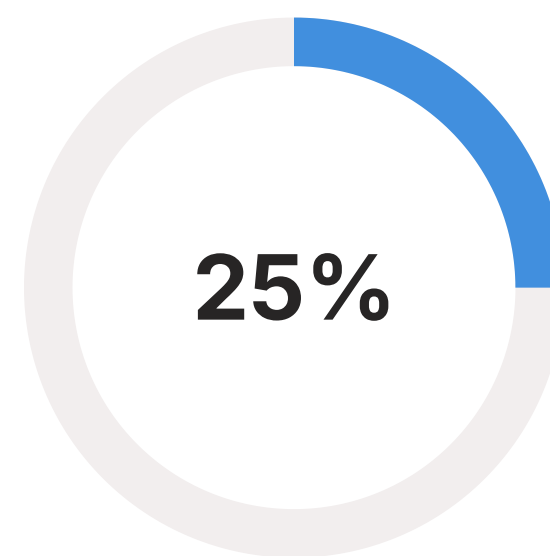
### Economia Potencial

Redução média no consumo de energia com dimensionamento otimizado e equipamentos eficientes.



### Redução de Perdas

Diminuição das perdas por efeito Joule com condutores adequadamente dimensionados.



### Retorno do Investimento

Tempo médio para recuperar o investimento adicional em eficiência energética.

# Sustentabilidade e Normas Complementares: O Projeto Elétrico e o Futuro

Um projeto elétrico moderno vai além da NBR 5410. Ele abraça a **sustentabilidade** e integra outras normas essenciais que garantem não apenas a funcionalidade, mas também a segurança dos usuários e a responsabilidade ambiental. A sustentabilidade no projeto elétrico de um edifício residencial significa considerar o ciclo de vida dos materiais, a origem da energia e o impacto ambiental da instalação.

## A Analogia da Casa Sustentável

Imagine que você está construindo uma casa e pensa não apenas na sua durabilidade, mas também nos materiais que usa, se são recicláveis, se a energia que ela consome vem de fontes limpas. No projeto elétrico, isso se traduz em escolher condutores e equipamentos de fabricantes que demonstram responsabilidade ambiental, considerar a integração de fontes de energia renovável (como painéis solares, mesmo que não sejam o foco desta aula, é uma tendência), e planejar o descarte adequado de materiais ao final da vida útil da instalação.



### NR-10

Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade - Estabelece os requisitos e condições mínimas para garantir a segurança dos trabalhadores que interagem com as instalações elétricas.



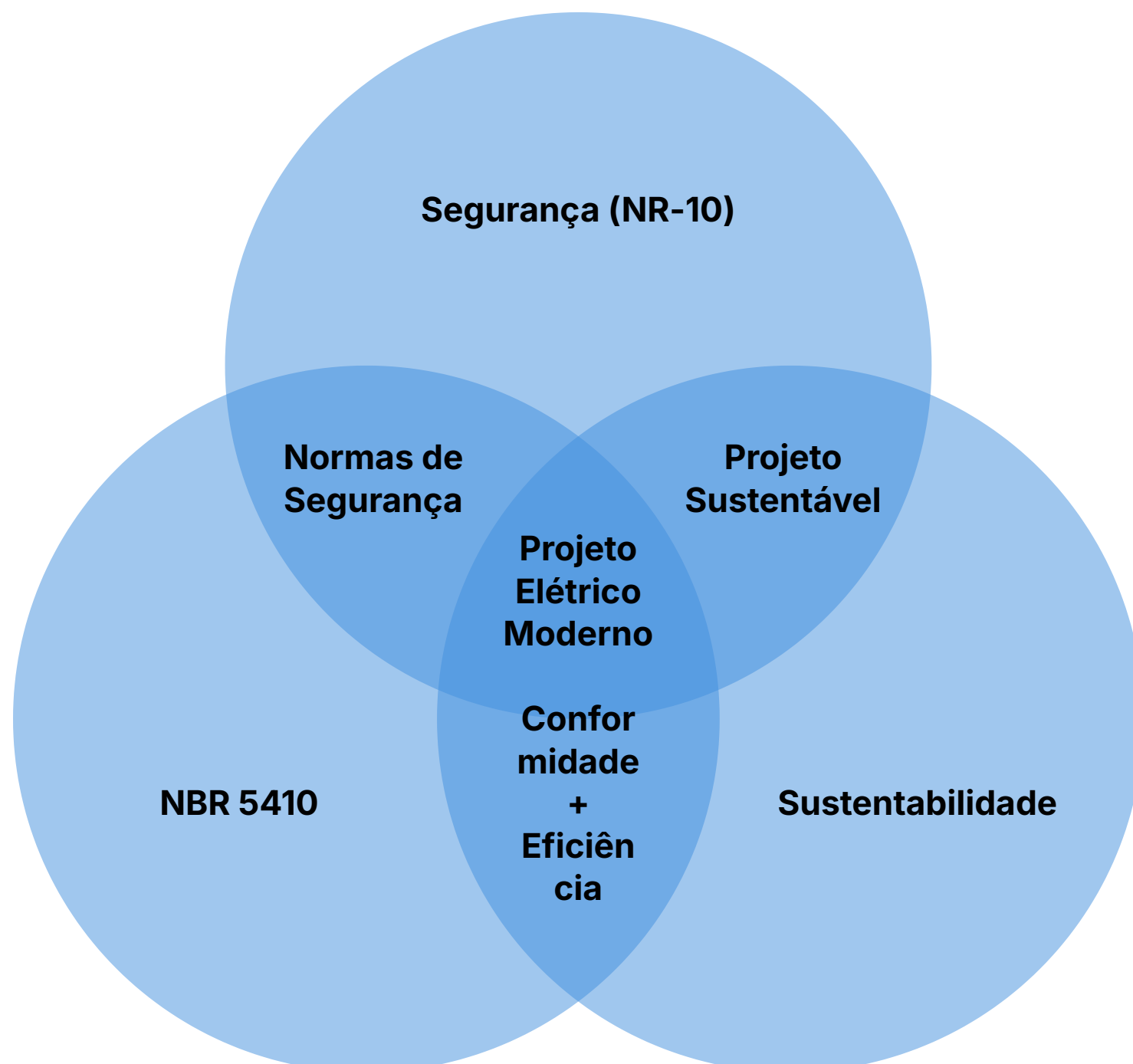
### NBR 5444

Símbolos Gráficos para Instalações Elétricas Prediais - É a linguagem universal do projeto, garantindo que todos os profissionais envolvidos compreendam os diagramas e plantas.



### Projeto Responsável

Um projeto completo e responsável é aquele que dialoga com todas essas esferas, construindo um futuro mais seguro e verde.



# Desafios Comuns e Melhores Práticas: Evitando Armadilhas no Dimensionamento

Mesmo com todas as normas e diretrizes, o dimensionamento de instalações elétricas pode apresentar desafios. É comum que profissionais, especialmente os iniciantes, cometam erros que podem comprometer a segurança, a eficiência e o custo do projeto. Conhecer essas armadilhas e as melhores práticas para evitá-las é um diferencial que pode poupar muita dor de cabeça e retrabalho.

## A Analogia do Xadrez

Pense em um jogo de xadrez. Você pode conhecer todas as regras, mas se não souber as táticas e os movimentos comuns que levam à derrota, você não será um bom jogador. No dimensionamento elétrico, os "erros comuns" são como esses movimentos previsíveis que levam a problemas. Um dos erros mais frequentes é o subdimensionamento de condutores e proteções, geralmente por buscar economia a todo custo, o que leva a superaquecimento, quedas de tensão e riscos de incêndio.

## Desafios Comuns

- Subdimensionamento de condutores e proteções por economia mal planejada
- Ignorar fatores de correção para temperatura ambiente ou agrupamento de cabos
- Negligenciar a queda de tensão em circuitos longos
- Falta de coordenação e seletividade entre dispositivos de proteção
- Documentação insuficiente ou desorganizada

## Melhores Práticas

- Consultar sempre a versão mais atualizada da NBR 5410
- Utilizar softwares de apoio para cálculos complexos
- Realizar verificações cruzadas dos resultados
- Documentar detalhadamente cada etapa do processo
- Priorizar a segurança sobre a economia imediata
- Considerar a manutenção futura e possíveis expansões

Outro desafio é a falta de atenção aos detalhes da NBR 5410, como os fatores de correção para temperatura ambiente ou agrupamento de cabos, que podem impactar significativamente a capacidade de condução. As melhores práticas incluem sempre consultar a versão mais atualizada da norma, utilizar softwares de apoio para cálculos complexos, realizar verificações cruzadas dos resultados e, fundamentalmente, documentar cada etapa do processo. Um projeto bem documentado não é apenas uma exigência legal, mas uma ferramenta poderosa para a manutenção e futuras modificações.

# Ferramentas e Softwares de Apoio: A Tecnologia como Aliada do Projetista

No cenário atual da engenharia, a tecnologia se tornou uma aliada indispensável para otimizar o tempo e aumentar a precisão dos projetos. O dimensionamento de instalações elétricas, com seus cálculos complexos e a necessidade de consultar diversas tabelas e normas, é um campo que se beneficia enormemente do uso de **ferramentas e softwares de apoio**.

## O Desafio Manual

Imagine tentar calcular manualmente todas as demandas, quedas de tensão e capacidades de condução para um edifício de múltiplos andares com dezenas de apartamentos e áreas comuns. Seria uma tarefa exaustiva, demorada e propensa a erros. Os softwares de projeto elétrico automatizam grande parte desses cálculos, permitindo que o projetista se concentre mais na concepção e otimização do sistema, e menos na aritmética repetitiva.



## Planilhas Eletrônicas

Desde simples planilhas personalizadas até modelos complexos com macros e fórmulas avançadas para cálculos específicos.



## Softwares CAD/BIM

Ferramentas especializadas que integram o projeto elétrico com a arquitetura e outras disciplinas, permitindo visualização 3D e detecção de interferências.



## Aplicativos de Cálculo

Programas dedicados para cálculos específicos como queda de tensão, dimensionamento de condutores e disjuntores, e verificação de curto-circuito.

Essas ferramentas variam desde planilhas eletrônicas personalizadas até softwares CAD/BIM especializados, que integram o projeto elétrico com a arquitetura e outras disciplinas. Eles podem auxiliar no cálculo de demanda, dimensionamento de condutores e disjuntores, verificação de queda de tensão, e até mesmo na geração de listas de materiais e diagramas unifilares. Embora não substituam o conhecimento técnico do engenheiro, eles potencializam sua capacidade, permitindo a exploração de diferentes cenários e a otimização do projeto em termos de custo e eficiência.

# Revisão e Verificação Final do Projeto de Dimensionamento: O Pente Fino Essencial

Chegamos a uma etapa crucial: a **revisão e verificação final** do projeto de dimensionamento. Após horas de cálculos, seleções e decisões, é fácil deixar passar um detalhe ou um erro sutil. Esta fase é o "pente fino" que garante que tudo está em conformidade com as normas, seguro e otimizado antes que o projeto seja entregue ou executado.

## A Analogia do Piloto

Pense em um piloto de avião antes da decolagem. Ele não confia apenas na sua memória ou na sua experiência; ele segue um checklist rigoroso para garantir que cada sistema está funcionando perfeitamente e que nada foi esquecido. Da mesma forma, um engenheiro eletricista deve ter um checklist de revisão para o projeto de dimensionamento, verificando cada cálculo, cada seleção de componente e cada critério da norma.

## Checklist de Revisão

- Verificação da demanda total do edifício
- Conferência da capacidade de condução dos alimentadores e da prumada
- Análise da queda de tensão em todos os circuitos
- Confirmação da correta seleção das proteções gerais
- Verificação do dimensionamento dos circuitos dos quadros comuns
- Checagem da conformidade com a NR-10 e NBR 5444
- Revisão da documentação e organização do projeto

Este checklist deve incluir a revisão da demanda total, a verificação da capacidade de condução e queda de tensão dos alimentadores e da prumada, a correta seleção das proteções gerais e dos circuitos dos quadros comuns, e a conformidade com a NR-10 e NBR 5444. A documentação clara e organizada é um reflexo de um projeto bem revisado. Um projeto que passa por uma verificação final rigorosa não apenas atende aos requisitos técnicos, mas também transmite confiança e profissionalismo, minimizando riscos e garantindo o sucesso da instalação.

# Consolidação e Próximos Passos

Chegamos ao fim de mais uma etapa fundamental no projeto elétrico de um edifício residencial. Nesta aula, desvendamos o complexo, mas essencial, universo do **dimensionamento**. Vimos que calcular a demanda não é apenas somar potências, mas aplicar a inteligência da NBR 5410 para prever o consumo real. Aprendemos a dimensionar os "vasos sanguíneos" principais do edifício – alimentadores e prumada – considerando capacidade de condução e queda de tensão, e a proteger todo o sistema com disjuntores gerais bem selecionados. Por fim, mergulhamos nos quadros de distribuição das áreas comuns, garantindo que cada circuito seja seguro e eficiente.



## Em prática:

- Sempre comece pelo cálculo da demanda, pois ele define todo o restante do projeto.
- Priorize a segurança: condutores e proteções devem ser dimensionados para suportar as condições mais adversas.
- Não subestime a queda de tensão; ela afeta a qualidade da energia e a vida útil dos equipamentos.
- Busque a eficiência energética, otimizando o projeto para reduzir perdas e custos operacionais.
- Mantenha-se atualizado com as normas e utilize ferramentas que otimizem seu trabalho.

## Autoavaliação

1

Qual é a principal razão para não se somar simplesmente as potências nominais dos equipamentos para obter a demanda total de um edifício?

1. A NBR 5410 proíbe essa prática por motivos de segurança.
2. Os equipamentos nunca operam simultaneamente em sua potência máxima.
3. O cálculo da demanda é feito apenas para cargas específicas.
4. A demanda total é sempre menor que a potência instalada.

2

Ao dimensionar um condutor de prumada, quais são os três critérios principais que devem ser considerados, conforme a NBR 5410?

1. Custo, peso e cor.
2. Capacidade de condução de corrente, queda de tensão e proteção contra sobrecargas.
3. Diâmetro, material e comprimento.
4. Resistência, reatância e impedância.

3

Em um sistema de proteção seletiva, qual o objetivo principal da atuação dos disjuntores em cascata?

1. Desligar toda a instalação em caso de qualquer falha.
2. Garantir que apenas o disjuntor mais próximo da falha desarme, mantendo o restante da instalação energizada.
3. Aumentar a corrente de curto-circuito no ponto da falha.
4. Reduzir a vida útil dos equipamentos protegidos.

4

Um engenheiro dimensionou um circuito de iluminação e obteve uma corrente de projeto de 4A. Qual a seção mínima de condutor de cobre (isolamento PVC, 2 condutores carregados em eletroduto) e o disjuntor mais adequado, considerando a capacidade de condução e a proteção?

1. Condutor 1,5 mm<sup>2</sup> (capacidade 15,5A), Disjuntor 10A.
2. Condutor 2,5 mm<sup>2</sup> (capacidade 21A), Disjuntor 15A.
3. Condutor 1,0 mm<sup>2</sup> (capacidade 12A), Disjuntor 6A.
4. Condutor 4,0 mm<sup>2</sup> (capacidade 28A), Disjuntor 20A.

**Gabarito:** 1. b) | 2. b) | 3. b) | 4. a)

## Conexão com a Próxima Aula:

Na Aula 24 – Projeto Elétrico de um Edifício Residencial - Parte 3: Documentação Final, vamos transformar todos esses cálculos e decisões em documentos claros e profissionais, aprendendo a elaborar diagramas unifilares, plantas de instalação, memoriais descritivos e listas de materiais.

## Recursos Adicionais:

- **ABNT NBR 5410:2004 (e suas erratas/atualizações):** A norma fundamental para consulta detalhada.
- **Livros de Instalações Elétricas Prediais:** Para aprofundamento teórico e mais exemplos.
- **Canais no YouTube de Engenharia Elétrica:** Para visualização de conceitos e aplicações.

**NOTA IMPORTANTE:** As informações regulatórias/legais/técnicas desta aula estão atualizadas até 2025. Consulte sempre fontes oficiais para verificar alterações.