

ANÁLISE DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA EM CANTEIROS DE OBRA

Maria Clara Constantino Silva (Centro Universitário Católica de Santa Catarina) E-mail:
ma00.silva@catolicasc.edu.br

Robison Negri (Centro Universitário Católica de Santa Catarina) E-mail: robison.negri@catolicasc.org.br

Resumo: Canteiro de obras é definido como a área de apoio para a execução de uma construção, desta forma se faz necessário a contratação de serviços temporários, como por exemplo o fornecimento de energia elétrica para o pleno funcionamento da obra. Este artigo tem por objetivo estudar a logística de utilização da demanda elétrica e bem como, dimensionamento da entrada de energia de um canteiro de obras de um empreendimento residencial multifamiliar. Para tanto, foi estudado uma obra entregue em 2022. O método utilizado foi entrevista, análise dos registros da obra e do projeto do canteiro e informações bibliográficas. Pode-se verificar a existência de uma relação direta entre o consumo de energia e o número de funcionários, de modo que é coerente propor um indicador de consumo de energia per capita de 43 kWh/funcionário. Também verificou-se que a demanda prevista para o canteiro de obras no projeto representava em um superdimensionamento de 154%. A pesquisa permitiu também analisar dois cenários para a entrada de energia elétrica, e a partir destes dados foi possível obter uma redução de custos de 59,69%. Por meio dos resultados obtidos neste artigo, é possível a utilização do mesmo para o dimensionamento de futuros canteiros de obras.

Palavras-chave: Canteiro de Obras, Demanda de Energia, Curva de Demanda.

ANALYSIS OF ELECTRICITY DEMAND IN CONSTRUCTION SITES

Abstract: Construction site is defined as the support area for the execution of a construction, so it is necessary to hire temporary services, such as the supply of electricity for the full operation of the work. This article aims to study the logistics of using the electricity demand as well as the dimensioning of the energy input of a construction site of a multifamily residential development. To this end, a work delivered in 2022 was studied. The method used was interviews, analysis of the records of the work and the project of the construction site and bibliographic information. It is possible to verify the existence of a direct relationship between energy consumption and the number of employees, so it is coherent to propose a per capita energy consumption indicator of 43 kWh/employee. It was also found that the expected demand for the construction site in the project represented an oversizing of 154%. The research also allowed the analysis of two scenarios for the input of electricity, and from these data it was possible to obtain a cost reduction of 59.69%. Through the results obtained in this article, it is possible to use it for the design of future construction sites.

Keywords: Construction Site, Energy Demand, Demand Curve.

1. Introdução

Para a NR-18 (2020), o canteiro de obras é uma área fixa ou temporária, com o objetivo de garantir suporte no desenvolvimento de uma construção, seja ela de execução, demolição, montagem e instalação. Quiesi (2014) elucida que o planejamento de canteiro de obras visa buscar a melhor acomodação dos materiais, mão de obra e equipamentos para o desenvolvimento de um empreendimento.

Neste contexto, para atender a esse conjunto de infraestruturas, faz-se necessária a implantação de sistemas de suprimento para o fornecimento de energia, comunicação, água, esgoto, entre outros. Conforme Dias e Serra (2013), as instalações provisórias têm por finalidade auxiliar as atividades e serviços, durante o período da obra, que

posteriormente são removidas. Além de instalações provisórias, faz-se necessária a contratação de serviços temporários, como, por exemplo, o serviço de entrega de energia elétrica provisória.

De acordo com a norma Norma Técnica N-321.0001 (CELESC, 2019), a ligação provisória ou temporária de entrada de energia e a retirada da instalação após a conclusão da obra são de responsabilidade do contratante.

Para Viana e Ferreira (2021), junto ao pedido de ligação provisória à concessionária, é importante a apresentação dos projetos elétricos do canteiro e o memorial descritivo, visando garantir a segurança dos funcionários. É a partir dos projetos que se define qual o tipo de entrada de energia temporária adequada para o canteiro, sendo de suma importância o detalhamento das proteções contra choques elétricos, a localização dos quadros de distribuição de energia, diagramas unifilares e a Anotação de Responsabilidade Técnica - ART assinada pelo profissional responsável.

O presente artigo tem por finalidade compreender a logística de um canteiro de obras tem como de suas instalações provisórias de fornecimento de energia elétrica para, posteriormente, caracterizar a demanda de energia consumida durante a execução do empreendimento. Ao final, o estudo visa colaborar para a otimizar a elaboração de projetos de entrada de energia elétrica em canteiros de obras.

Este artigo está dividido em cinco seções, além desta introdutória. Na segunda seção, apresenta-se a fundamentação teórica. A terceira seção é dedicada à metodologia. A quarta seção contém os resultados e as discussões. Por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais da pesquisa.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção é dedicada à pesquisa bibliográfica realizada para o desenvolvimento da pesquisa.

2.1 Canteiro de Obras

Silva e Soares (2022) elucidam que o canteiro de obras funciona como uma engrenagem fundamental em uma obra, uma vez que ele é o responsável pelo fornecimento e distribuição física de recursos, isto é, pessoas, materiais e equipamentos. Os autores explicitam ainda que o canteiro de obras são instalações provisórias cuja finalidade é proporcionar condições para a execução de obras civis.

Para Souza e Gomes (2018), o canteiro de obras tem como função proporcionar uma infraestrutura adequada para a execução dos serviços, impactando na produtividade e no uso de materiais disponíveis, a fim de colaborar para o desenvolvimento da obra.

Almeida (2019) afirma que as atividades direcionadas ao empreendimento impactam diretamente no canteiro de obras. Desta forma, o levantamento e a análise de todas as etapas construtivas, durante a execução, tornam-se extremamente necessárias para o planejamento das fases do canteiro, bem como para a definição das áreas de apoio e vivência. A localização destas áreas deve contribuir para minimizar o fluxo de recursos e garantir a segurança dos colaboradores.

De acordo com Zotti (2017 *apud* Borges, 2001), o canteiro de obras pode ser disposto de três maneiras:

- Layout posicional: na qual o processo é estacionário, e todo o maquinário, equipamentos e instalações adequam-se em torno do layout;
- Layout funcional: o maquinário é agrupado pelas funções similares que possui,

ocasionando a adequação ao processo;

- Layout linear: quando o processo segue uma sequência linear de execução.

2.1.1. Áreas de apoio e vivência

Silva e Araújo (2020) explicitam que o espaço disponível no terreno possui enorme importância, uma vez que o planejamento do *layout* da obra implica principalmente no andamento da obra, assim como na funcionalidade das áreas de vivência e apoio.

Para Quiesi (2014), o canteiro de obras é composto por “elementos”, ou seja, áreas destinadas à produção da obra. A autora define os elementos em:

- Área operacional: que abrange os locais destinados à produção, como por exemplo a central de armação;
- Área de apoio: que contempla o almoxarifado;
- Sistema de transporte: que contemplam os equipamentos para transporte de materiais;
- Área administrativa;
- Áreas de vivência.

Por definição, áreas de vivência compreendem os locais de uma empresa ou canteiro de obra, destinados a oferecer ambientes para a alimentação, repouso, lazer e necessidades de higiene dos colaboradores (CBIC, 2015).

Segundo a NR-18 (2020), as áreas de vivência necessitam ser projetadas com o intuito de garantir segurança, conforto e privacidade aos colaboradores. A norma ainda, elenca o conjunto de espaços que se contemplam as áreas de vivência, sendo elas as seguintes:

- Instalação sanitária;
- Vestiário;
- Refeitório;
- Alojamento, quando houver necessidade.

2.1.2 Áreas Operacionais

Para Braga (2016), entende-se como áreas operacionais dentro de canteiro de obras, as áreas destinadas à produção dos elementos necessários para o desenvolvimento da obra, sendo essas, variáveis, em quesito de quantidade e modelo, de acordo com o tipo de obra. Por fim, o conjunto de áreas classificado como operacionais são: central de argamassa, central de armação e central de formas.

2.2 Equipamentos e Potências Elétricas

Este item tem por objetivo apresentar os equipamentos utilizados em canteiro de obras bem como as potências dos mesmos.

2.2.1 Elevador Cremalheira

De acordo com Araújo (2017), o elevador do tipo cremalheira possui como objetivo movimentar cargas e pessoas em canteiros de obras, e devem atender às normas regulamentadoras NR-18, NR-12 e NBR-16200.

Este tipo de equipamento é fornecido de forma pré-montada, tanto a parte mecânica quanto a parte elétrica, o que possibilita sua rápida montagem e desmontagem nos

canteiros de obras. O tempo aproximado de instalação é de 1 semana (REVISTA M&T, 2010). De acordo com Aguiar (2016), as especificações técnicas mudam de acordo com cada fabricante, entretanto, os equipamentos devem obedecer às orientações fornecidas pela NR-12 - Segurança no trabalho em máquina e equipamentos - a NR-18 e ABNT NBR 16.200.

A Tabela 1, indica o elevador cremalheira fornecido pela empresa C3 Equipamentos para construção civil, a tabela visa informar as especificações técnicas acerca da potência energética do elevador cremalheira.

Tabela 1 – Especificação técnica do elevador cremalheira

Capacidade de carga (kg)	Motor (CV)	Tensão de alimentação (V)
1500	7,5	220
1300	10	300
1000	15	440

Fonte: Adaptado de C3 Equipamentos para construção

2.2.2 Grua

Para a norma europeia EN 14439:2006+A2:2009, grua é um equipamento motorizado com uma lança giratória localizada no topo da torre do equipamento, cuja função é elevar e abaixar cargas suspensas (PAIVA, 2020).

As gruas de base fixa ou estacionária, possuem a base engastada por meio de uma base de concreto armado, ou ainda podem ser fixadas em laje resistente, no qual o equilíbrio de forças é feito através da colocação de um lastro na base (SOUSA, 2014).

Diferente da grua de base estacionária, a grua de base ascensional é instalada dentro do perímetro da edificação, usualmente em poços de elevadores. Este modelo de grua permite que seja operado através de sinal de rádio, infravermelho ou ainda, por meio de cabo ou cabine no topo da torre onde se encontra o controlador, (SILVA, 2021).

Conforme Silva e Filho (2019 *apud* Scigliano 2008), a escolha do tipo de grua para a execução de um empreendimento é feita pela versatilidade quanto a geometria do canteiro de obras. Desta forma, as especificações técnicas variam de acordo com o modelo e o fabricante.

A Tabela 2 tem por objetivo apresentar um modelo de grua disponibilizado pela Locabens Equipamentos, bem como suas especificações.

Tabela 2 – Especificações técnicas da grua Locabens Equipamentos

Modelo MC 85 A	
Altura máxima sem ancoragem	34,5 m
Lança máxima	50 m
Capacidade máxima de carga	5000 kg
Capacidade máxima de carga na ponta da lança	1200 kg
Potência total	35 kVA
Voltagem	400 V
Frequência	50 Hz

Fonte: Adaptado de Locabens Equipamentos

2.2.3 Central de armação

Para Poletto e Rampinelli (2011) a central de armação é a área cujo objetivo é confeccionar armadura por meio do corte e dobra do aço. Na Tabela 3, é possível encontrar as potências elétricas encontrada em alguns modelos de serra policorte disponibilizados pela Bosch®.

Tabela 3 – Especificação técnica serra policorte Bosch®

Modelo	Potência (W)
GCO 14-24 PROFESSIONAL	2.400
GCO 220 PROFESSIONAL	2.200

Fonte: Adaptado de Bosch®

2.2.4 Central de argamassa

De acordo com Filho e Mendes (2016), define-se como central de argamassa, a área cuja finalidade é a produção de argamassa e concreto. Na central faz-se o uso de betoneiras, sendo a quantidade dessas definida pelo tipo, porte e fase da obra.

A Tabela 4, visa apresentar as potências elétricas encontrada em alguns modelos de betoneiras disponibilizados pela CSM®.

Tabela 4 – Especificações técnicas das betoneiras CSM®

Modelo	Capacidade do tambor (L)	Tensão trifásica (V)	Tensão monofásica/trifásica (V)	Tensão monofásica (V)	Motor (CV)
CS 600L	600	220	-	-	4
	600	380	-	-	4
400L MAX	400	-	127/220	-	2
	400	-	220/380	-	2
200L	200	-	-	127	1
	200	-	-	220	1
CS 150L	150	-	-	127	1
	150	-	-	220	1

Fonte: Adaptado de CSM®

2.2.5 Central de carpintaria

Pereira (2015 *apud* Souza, 1997), caracteriza a central de forma e carpintaria como local destinado a fabricação de formas e estruturas de madeira, na central faz-se necessário a utilização de serra circular, sendo este um equipamento indispensável. A Tabela 5, apresenta as potências elétricas encontradas nos modelos de serra circular disponibilizados pela Bosch®.

Tabela 5 – Especificação técnica serra circular Bosch®

Modelo	Potência (W)
GKS 150	1.500
GKS 20-65	2.000
GKS 235	1.700
GKS 65 GCE	1.800

Fonte: Adaptado de Bosch®

2.3 Entrada de Energia Provisória

A NT03 (CELESC, 1997), evidencia que a ligação provisória de energia elétrica é destinada exclusivamente para atender as necessidades de eletricidade em canteiro de obras, sendo esta apenas disponibilizada posteriormente a emissão do parecer realizado na consulta prévia entregue à concessionária, pertencente à obra do empreendimento definitivo.

Para Neto (2013 *apud* Fundacentro, 2007), a distribuição de eletricidade em canteiros é feita por meio de quadros de distribuição de energia, visando esses, oferecer proteção aos componentes elétricos contra impactos mecânicos e intempéries.

Segundo o Art. 496 da Resolução Normativa da ANEEL nº 1000 (2021), a contratação de serviço temporário possui um prazo de um ano de vigência, sendo possível a prorrogação por mais um ano, entretanto esta condição não se aplica a distribuição provisória de energia em canteiros de obras, no qual o prazo é definido pelo tempo necessário em que o canteiro estará ativo.

Para a N-321.0001 (CELESC, 2019), a distribuição em tensão secundária será efetuada apenas a unidade consumidora que possuir uma carga instalada inferior ou igual a 75 kW.

2.4 Demanda de Energia em Canteiros de Obra

De acordo com Meneghetti (2011), a demanda de energia em canteiro de obra é feita através do cálculo das potências de todos os equipamentos utilizados durante a execução do empreendimento.

Conforme a Norma Técnica N-321.0003 (CELESC, 2023), o cálculo de demanda provável para empreendimentos com fins industriais deve ser determinado pelo projetista, entretanto para atividades ditas como específicas, aplica-se o fator de demanda típico.

Cotrim (2009), explicita que a utilização de fatores de demanda muito baixos leva ao subdimensionamento do sistema de circuitos elétricos, o que consequentemente com o tempo pode acarretar em danos à instalação elétrica. Em contrapartida, a utilização de fatores de demanda elevados, ocasiona no superdimensionamento do sistema, o que torna-se economicamente oneroso. O autor traz com base nos dados da concessionária AES Eletropaulo os fatores de demanda global e os fatores de carga diário, o qual para o ramo da construção civil o fator de demanda global considerado para canteiros de obra é de 0,45, já o fator de carga diário é equivalente a 0,29.

Já para a Norma Técnica N-321.0002 (CELESC, 2016), o fator de demanda típico para construção civil é de 13,77.

3. Metodologia

3.1 Objeto de Estudo

O objeto de estudo foi o canteiro de obras de um empreendimento residencial multifamiliar localizado no município de Joinville/SC. Vale salientar que a obra do empreendimento em estudo foi finalizada no ano de 2022, desta forma foi disponibilizado pela construtora o cronograma de execução real e seus respectivos consumos de energia elétrica da obra.

O empreendimento é composto por duas torres, sendo 9 pavimentos com 8 apartamentos por pavimento em ambas as torres, totalizando 144 apartamentos. O empreendimento contempla ainda áreas de lazer, composta por quiosque, salão de festa, área gourmet e piscina adulto e infantil.

O canteiro de obras do empreendimento foi executado em 3 fases construtivas, sendo que todas contaram com central de argamassa, de armação, almoxarifado e vestiários.

A Tabela 6 apresenta os dados gerais referentes a entrada de energia do canteiro de obras, prevista em projeto e executada durante a obra.

Tabela 6 – Dados gerais de entrada de energia

Entrada de Energia	
Quantidade de unidades consumidoras	1 un
Potência instalada	249,3 kW
Demanda prevista	249,3 kVA
Tensão de fornecimento	380/220 V
Disjuntor geral	450 A
Transformador em poste	300 kVA

Fonte: Adaptado de Memorial Descritivo, 2019.

3.2 Levantamento do Perfil de Utilização do Canteiro de Obras e de Equipamentos

Para o levantamento do perfil de consumo de energia do canteiro de obras, bem como a quantificação dos equipamentos instalados em cada fase, realizou-se uma entrevista com a engenheira responsável pela execução da obra, bem como a análise do histórico do diário de obras. Na entrevista, abordou-se os seguintes itens:

- Perfil do canteiro e período de execução do empreendimento;
- Logística do canteiro;
- Equipamentos e períodos utilizados;
- Número de funcionário;
- Perfil de utilização de áreas de vivência.

3.3 Determinação do Consumo de Energia Elétrica e da Demanda de Energia

O estudo de demanda de energia elétrica do canteiro consistiu na análise de dois cenários diários comportamentais de uso das instalações do canteiro:

D1 - O primeiro cenário abrangeu o pico de operação do canteiro, ou seja, considerou-se o período de execução do empreendimento (horário de expediente), sem utilização significativa das áreas das áreas de vivência;

D2 - O segundo cenário consistiu na análise da demanda do fim de expediente, sem operação significativa na obra. Nesse período considerou-se a demanda gerada pela iluminação e tomadas das áreas de vivência, bem como a utilização dos chuveiros. Para o fator de simultaneidade de utilização dos chuveiros foi considerado 50% da potência total, uma vez que, por meio da entrevista realizada, identificou-se que os chuveiros em sua maioria não são utilizados pelos funcionários.

A estimativa da demanda foi realizada através do inventário de equipamentos instalados em cada mês, aplicando os respectivos fatores de demanda e simultaneidade propostos pela literatura, conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Fatores de demanda

	D1	D2
Iluminação	0,10	0,90
TUG's	0,10	0,80
Chuveiros	0,10	0,57
Equipamentos	Fator de demanda	0,10

Fonte: A autora, 2023.

Vale ressaltar que os fatores de demanda dos equipamentos utilizados no cenário D1 corresponderam aos pré-definidos pela norma N-321.0003 da CELESC. Já para iluminação, TUG's e chuveiros, arbitrou-se o valor de 10% da potência instalada, baseado na entrevista de comportamento de utilização do canteiro.

De forma contrária, para o cenário D2, utilizou fatores de demanda bibliográficos para Iluminação, TUG's e Chuveiros e 10% da potência instalada para os equipamentos.

O consumo real de energia do canteiro de obras foi obtido através do histórico das faturas de energia da obra.

3.4 Comparação de Custos

A comparação dos custos relativos às possíveis entradas de energias para atender a obra foi realizada através da estimativa de custos de instalação para dois cenários:

C1 - entrada de energia para atender a demanda máxima durante todo o empreendimento: entrada em média tensão, contemplando o reforço da rede existente e a instalação de transformador de 300 kVA em poste.

C2 - entrada em baixa tensão com reforço por gerador somente no período de demanda máxima: entrada de energia considerado foi o kit postinho, que consiste em um poste com uma caixa de medição associada, suplementada por um gerador de energia com uma potência de 125 kVA no período de demanda máxima, aproximadamente 5 meses.

4. Resultados e Discussões

4.1 Caracterização do Perfil Operacional do Canteiro de Obras

Na sequência apresentam-se os resultados da entrevista realizada com o objetivo de caracterizar o perfil operacional do canteiro de obra.

A Tabela 8 apresenta as informações básicas do canteiro de obras, indicando o período de duração da execução da obra, área total do canteiro de obras e a quantidade de fases.

Tabela 8 – Perfil do canteiro de obras

Perfil do Canteiro de Obras	
Período de execução	18 meses
Metragem quadrada do canteiro	600 m ²
Quantidade de fases do canteiro	3 fases

Fonte: A autora, 2023.

A operação foi dividida em duas equipes, com jornadas de trabalho intercaladas, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Horários do Canteiro de Obra por Equipe

Equipes	Horário de Entrada	Horário de Almoço	Horário de Saída
Equipe 1	07:00	11:30 às 12:30	16:48
Equipe 2	07:30	12:00 às 13:00	17:18

Fonte: A autora, 2023.

A quantidade de funcionários variou de acordo com tipo de serviço realizado nos meses de trabalho. A Figura 1 evidencia a média de funcionário ao decorrer dos meses de execução da obra, sendo o máximo igual a 110 trabalhadores.

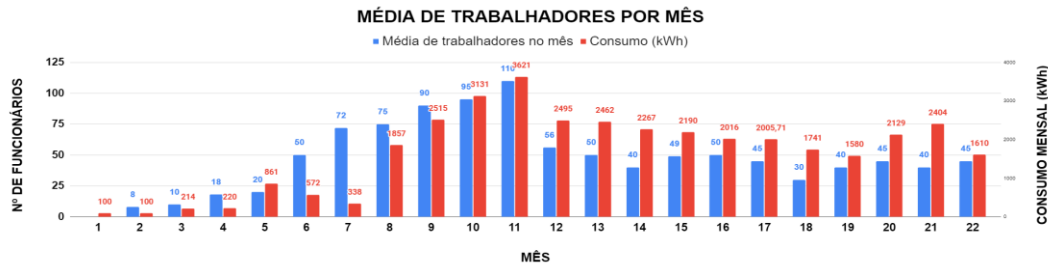


Figura 1 – Quantidade de funcionários por meses e consumo de energia elétrica

Na Figura 1 também é possível verificar a relação de causa e efeito entre a quantidade de funcionários atuando no mês com a quantidade de energia consumida pelo canteiro de obras durante o mês. O mês de maior consumo foi o mês 11, coincidindo com o maior número de funcionários.

Outra análise relevante é apresentada na Figura 2, que representa o histograma de frequências absolutas dos consumo per capita mensais da obra. Dessa forma é possível propor um indicador útil para previsão e estimativa do consumo de energia em obras, denominado indicador per capita de consumo de energia (IPE), sendo que, para este estudo, sua estimativa foi de 43 kWh/funcionário.

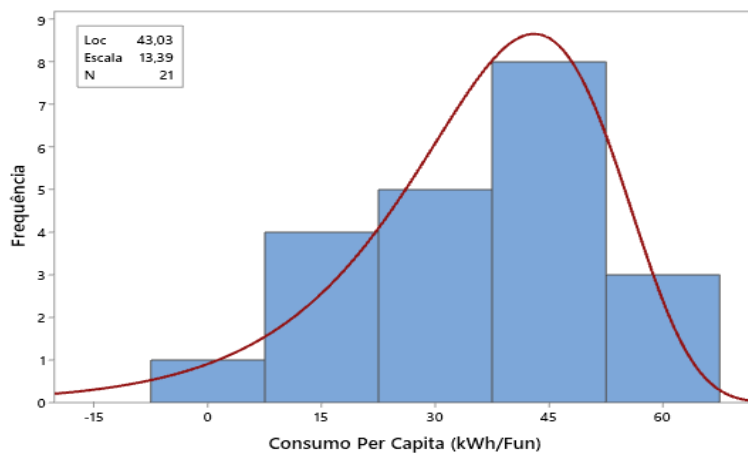


Figura 2 – Relação entre o consumo de energia elétrica por funcionário

Estimou-se também a quantidade e tipo de equipamentos utilizados durante o período de execução da obra (Tabela 10), bem como suas potências nominais. Cabe destacar que a maior parte do consumo de energia elétrica da obra está relacionada ao uso desses equipamentos, sendo os dois mais significativos a Grua e a Cremalheira.

Tabela 10 – Equipamentos utilizados no canteiro de obras

Equipamento	Quantidade	Potência (VA)	Observação
Betoneira	3	2.500	1 reserva
Cremalheira	2	22.000	-
Grua	1	27.500	-
Serra circular	1	2.500	-
Bomba elétrica submersa 2	1	2.102	-

Pol - c/ mang 10			
Bomba elétrica submersa 2			
Pol	1	2.102	-
Bomba elétrica submersa 3			
Pol	4	525	-
Furadeira	1	2.142	-
Martelo rompedor	3	1.571	-
Balancim	5	1.5774	-
Elevador social	4	6.308	-

Fonte: A autora, 2023

Em que pese a quantidade de equipamentos listados, sua utilização e instalação foi distribuída ao longo das fases da obra. Dessa forma, é possível representar as potências instaladas por uma curva de distribuição temporal no canteiro de obra, considerando um intervalo de tempo de discretização de um mês. A Figura 3 apresenta o total da potência instalada no canteiro em cada mês, considerando os equipamentos utilizados, de acordo com a atividade desenvolvida durante cada mês.

A Tabela 11 apresenta o mês em que os equipamentos com maior potência entraram no processo de execução do empreendimento. Cabe ressaltar que a potência dos equipamentos corresponde a potência total dos equipamentos utilizados. Os demais equipamentos foram utilizados durante todos os meses da obra.

Tabela 11 – Relação entre os meses de obra *versus* equipamentos utilizados (VA)

Meses	Cremalheira	Grua	Balancim	Elevador Social
Mês 01	***	***	***	***
Mês 02	***	***	***	***
Mês 03	***	***	***	***
Mês 04	***	***	***	***
Mês 05	***	***	***	***
Mês 06	***	***	***	***
Mês 07	***	***	***	***
Mês 08	***	***	***	***
Mês 09	***	27. 500	***	***
Mês 10	***	27. 500	***	***
Mês 11	***	27. 500	***	***
Mês 12	44.000	***	9.463	***
Mês 13	44.000	***	9.463	***
Mês 14	44.000	***	9.463	***
Mês 15	44.000	***	***	***
Mês 16	44.000	***	***	25.234
Mês 17	***	***	***	25.234
Mês 18	***	***	***	25.234
Mês 19	***	***	***	25.234
Mês 20	***	***	***	25.234
Mês 21	***	***	***	25.234
Mês 22	***	***	***	25.234

Fonte: A autora, 2024

É possível verificar que a partir do sétimo mês de obra tem-se um aumento na quantidade de equipamentos instalados, de forma semelhante à crescente de trabalhadores no canteiro. A potência instalada pode ser dividida em dois patamares com aproximadamente 75 kVA e 150 kVA.

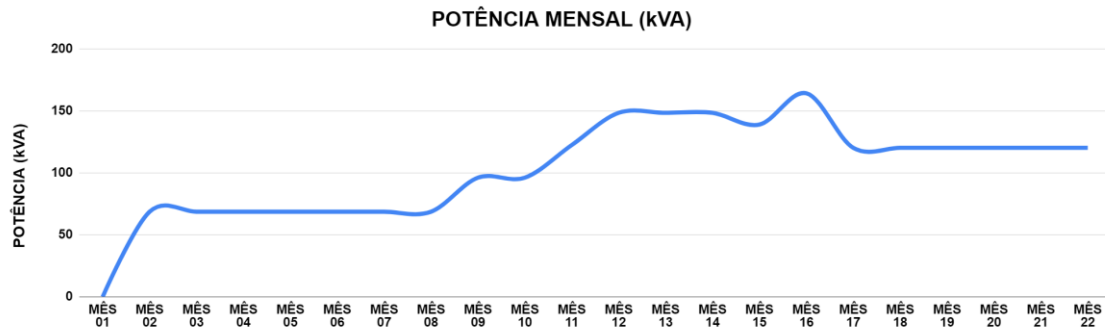


Figura 3 – Potência mensal instalada

Vale ressaltar que o período de utilização da grua e dos balancins foi de cerca de três meses, as cremalheiras permaneceram em uso por aproximadamente 5 meses. Os elevadores sociais entraram no processo no décimo sétimo mês de obra, sendo estes os mesmos elevadores utilizados no empreendimento após a execução da obra. Por fim, os demais equipamentos eram utilizados de forma esporádica.

4.2 Estudo de Demanda de Energia

A Figura 4 demonstra a curva de demanda estimada no período da obra para o cenário D1. Foram considerados os equipamentos distribuídos nos meses, bem como seus respectivos coeficientes de demanda e simultaneidade. Neste primeiro cenário foi possível observar que a demanda máxima estimada foi de 98,3 kVA.

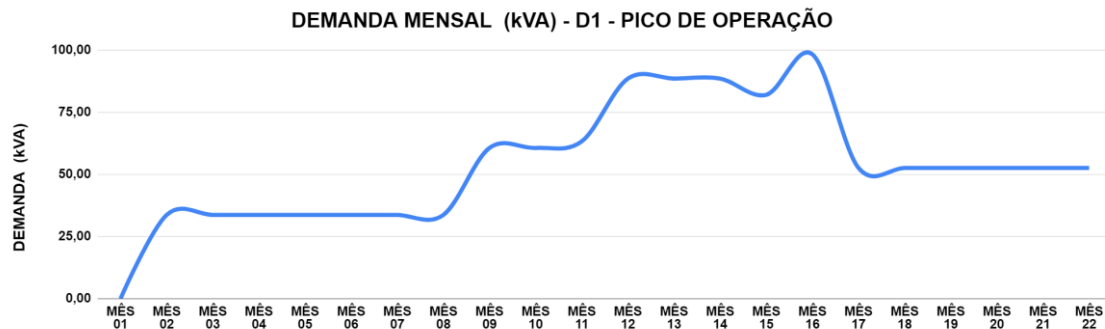


Figura 4 – Curva de demanda registrada no cenário D1

Vale ressaltar que pela N-321.0001 (CELESC, 2019), o fornecimento de energia em tensão secundária para unidade consumidora individual é de uma demanda de até 75 kVA. Desta forma, é possível observar pela curva de demanda que do mês 12 ao mês 16, a demanda registrada ultrapassou o limite de 75 kVA, sendo considerado no mês 16 o pico máximo de demanda de 98,3 kVA.

Os resultados da estimativa de demanda para o cenário D2 são apresentados na Figura 5 (curva de demanda estimada para D2). Por meio da curva de demanda, percebe-se que a demanda máxima registrada é de 47,2 kVA, ou seja, inferior à demanda de 75 kVA da norma N-321.0001 (CELESC, 2019).

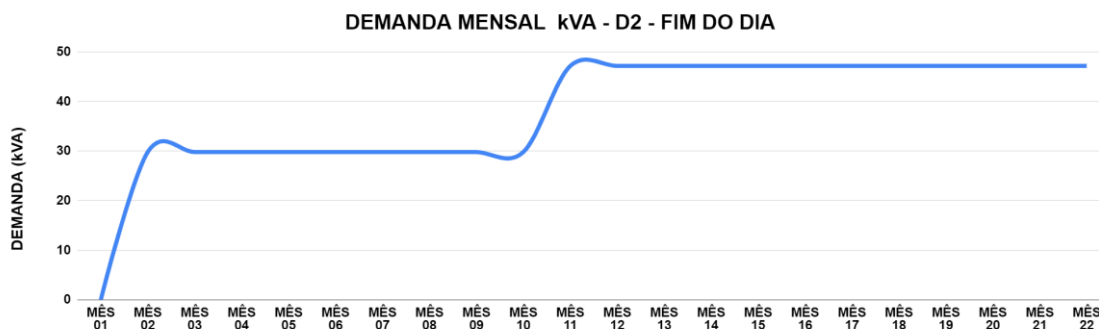


Figura 5 – Curva de demanda registrada no cenário D2

A partir da estimacão da demanda de energia elétrica no canteiro de obras, percebe-se que esta  inferior  demanda de 249,3 kVA prevista no projeto. Como visto, a demanda máxima encontrada foi de 98,3 kVA, configurando também a necessidade de uma entrada em média tensão, uma vez que a demanda máxima para distribuio em baixa tensão para unidade individual  de 75 kVA. Vale destacar que a diferença entre a demanda de projeto corresponde a cerca de 154% a mais da demanda que o esperado para o pleno funcionamento do canteiro.

4.3 Comparaco de Custos

Visando a otimizacão técnica e financeira da entrada de energia, fez-se a comparaco orçamentária entre os tipos de entrada de energia para o cenário C1 e C2. Ressalta-se que o cenário C1, corresponde a entrada de energia em média tensão por meio da utilizaco de subestaco, entrada essa adotada para a execuo do empreendimento.

Para o cenário C2 propõe-se substituir a entrada em média tensão por uma entrada em baixa tensão por meio do kit postinho e utilizando nos meses em que a demanda seja superior a 75 kVA um gerador de energia. Vale ressaltar que o gerador orçado possui uma demanda de 125 kVA para um período de cinco meses.

A Tabela 12 apresenta o orçamento realizado para os dois cenários analisados.

Tabela 12– Orçamento dos tipos de entrada de energia para os cenários

	C1	C2
Entrada de Energia	Preço (R\$)	Preço (R\$)
Média Tensão (Subestaco)	60.470,39	-
Kit Postinho	-	1.875,00
Gerador (Locaco 5 meses)	-	22.499,50
TOTAL	60.470,39	24.374,50

Fonte: A autora, 2023.

A substituio da entrada de energia em média tensão pela entrada em baixa tensão com a utilizaco do gerador de energia configura em uma economia de 59,69%, uma vez que a soma dos valores do kit postinho com o gerador  de R\$24.374,5, uma diferença de R\$36.095,89.

5. Consideracoes Finais

A partir dos dados apresentados no decorrer deste artigo, compreende-se que cada etapa executiva do canteiro de obras impacta diretamente no consumo de energia elétrica.

Também verificou-se que é possível estimar de forma coerente o consumo de energia em função da quantidade de funcionário na obra, através de um indicador de consumo per capita.

Identificou-se que a demanda prevista em projeto, estimada por métodos tradicionais, sem racionalização a operação e fases do canteiro, correspondeu a um superdimensionamento de aproximadamente 154% da demanda real. Este superdimensionamento impacta diretamente nos custos de entrada de energia.

Como forma de solucionar o superdimensionamento e como consequência reduzir os gastos financeiros da entrada de energia, propõe-se a entrada em baixa tensão por meio do kit postinho e a utilização de gerador de energia para os meses que excedem a demanda máxima de 75 kVA, meses esse compostos pela utilização principalmente do elevador cremalheira, balancins e elevadores sociais.

Com a utilização do kit postinho com o gerador de energia corresponde a uma economia de 59,69% em relação do uso de entrada de energia em média tensão, o que consequentemente gera ganhos sociais e ambientais.

Ao final, o artigo colabora para o dimensionamento mais racional de futuros canteiros de obras de mesma padrão do canteiro deste artigo.

Referências

AGUIAR, G. S. G. *Inovação em logística de canteiro de obras na construção de edifícios*. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-23082016-150658/publico/GustavodosSantosGuimaraesdeAguairCorr16.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

ALMEIDA, L. N. de. *Elaboração de um projeto de canteiro de obras restrito de uma edificação vertical na cidade de Uberlândia*. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/26048/4/Elabora%C3%A7%C3%A3oProjetoCanteiro.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

ARAÚJO, C. G. *Aplicação da nr 35 na montagem de elevador de cremalheira*. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/17510>. Acesso em: 31 mar. 2023.

BRAGA, C. S. Q. *Gestão da qualidade aplicada a canteiro de obras*. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10018456.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2023.

BOSCH®. *Serras policorte*. Disponível em:

<https://www.bosch-professional.com/br/pt/serras-policorte-131477-ocs-c/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

BOSCH®. *Serra circulares*. Disponível em:

<https://www.bosch-professional.com/br/pt/serras-circulares-131487-ocs-c/>. Acesso em: 01 jul. 2023.

C3 Equipamentos para construção civil. *Elevador de obra para construção civil - Elevador cremalheira*. Disponível em:

https://www.c3equipamentos.com.br/elevador-cremalheira?utm_source=google-ads&utm_medium=cpc&utm_campaign=elevador-cremalheira&gclid=CjwKCAjw586hBhBrEiwAQYEnHWFgzIKm_DjBqN3J8Lhk9019NS9Bvk0xg_TJd06a pv7Jh_m-ii6dyRoCNekQAvD_BwE. Acesso em: 10 abr. 2023.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. *Guia orientativo de áreas de vivência: Guia para a implantação de áreas de vivência nos canteiros de obras*. Brasília, DF: CBIC, 2015

CELESC. *Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição*. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/padrao-entrada/N3210001-Fornecimento-Energia-Eletrica-Tensao-Secundaria.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2023.

CELESC. *Fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição.* Disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/padrao-entrada/norma-N3210002.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2023.

CELESC. *Fornecimento de energia elétrica a edificações de uso coletivo.* Disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/padrao-entrada/N-3210003-Fornecimento-de-energia-eletrica-a-edificacoes-de-uso-coletivo-Maio-2023.pdf>. Acesso em: 25 maio 2023.

CELESC. *Fornecimento de energia elétrica a edifícios de uso coletivo.* Disponível em: <https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/padrao-entrada/Nt03.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

COTRIM, Ademaro A. M. B. *Instalações elétricas.* 5, ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

CSM®. *Betoneiras.* Disponível em: <https://www.csmequipamentos.com.br/subcategoria?id=1>. Acesso em: 10 abr. 2023.

DIAS, C. M. & SERRA, S. M. B. *Instalações Provisórias Pré-fabricadas para Canteiros de Obras.* Disponível em: https://editorascienza.com.br/pdfs/978_85_5953_027_8_capitulo_11.pdf. Acesso em: 17 mar. 2023.

FILHO, C.P. C. & MENDES, L. A. C. *Planejamento do canteiro de obras.* Disponível em: <http://revistaadmmade.estacio.br/index.php/mangaio/article/view/3075>. Acesso em 05 abr. 2023.

LOCABENS EQUIPAMENTOS. *Gruas de lança horizontal.* Disponível em: <https://www.locabens.com.br/gruas-de-lanca-horizontal/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

MENEGHETTI, A. *Consumo de energia elétrica: análise do despendido na fase de execução de obra residencial em Porto Alegre e durante um ano da edificação em uso.* Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/62379>. Acesso em: 09 abr. 2023

NETO, J. C. P. *Estudo do plano logístico para atendimento dos recursos básicos nas frentes de trabalho.* Disponível em: <http://hdl.handle.net/11422/9566>. Acesso em: 01 abr. 2023.

NR 18. *Condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção.* Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-18-atualizada-2020.pdf/view>. Acesso em: 16 mar. 2023.

PAIVA, P. P. de S. *Análise de acidentes e caracterização de risco na operação de telescopagem de grua por sistema mecânico de transferência de esforços.* Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/revista/index.php/RevistaEnit/article/view/106/69>. Acesso em 14 out. 2023

PEREIRA, F. C. *Áreas de vivência e estoque em canteiros de obra: uma avaliação de custos para obras da Universidade Federal de Santa Catarina.* Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/157160>. Acesso em: 06 abr. 2023.

POLETTI, A. R. & RAMPINELLI, M.M. *Análise ergonômica nos posto de trabalho na central de armação.* Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_tn_sto_160_937_20517.pdf. Acesso em: 15 out. 2023.

QUIESI, N. S. *Organização do canteiro de obras: estudo de caso na construção de uma unidade automobilística em Araquari -SC.* Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/17607/2/CT_CEEEST_XXVII_2014_26.pdf. Acesso em. 15 set. 2023

RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1000. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>. Acesso em 02. abr. 2023.

REVISTA M&T. *O avanço da tecnologia de cremalheira.* Disponível em: <https://revistamt.com.br/Materias/Exibir/o-avanco-da-tecnologia-de-cremalheira>. Acesso em: 15 out. 2023.

SILVA, D. A. & FILHO, W. G. F. *Utilização da grua e o cumprimento da NR 18 na construção de um edifício residencial no interior do Estado de São Paulo.* Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/10152019_201035_5da655ab4f03f.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

SILVA, M. C. C. *Análise da escolha de diferentes tipos de transporte horizontal e vertical de materiais na execução de edifícios.* Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/240225>. Acesso em: 31 mar. 2023.

SILVA, H. N. e & ARAÚJO, J. A. Z P. de. *A arquitetura em área de vivência de canteiro de obras: fatores normativos associados à percepção do usuário local.* Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/3872>. Acesso em 15 set. 2023.

SILVA, D. M. da & SOARES, J. J. S. *Canteiro de obras e seus procedimentos primários.* Disponível em: https://dspace.uniceplac.edu.br/bitstream/123456789/1781/1/Diogo%20Marques%20da%20Silva_%20Jackson%20Jayston%20Silva%20Soares.pdf. Acesso em: 26 set. 2023.

SOUSA, F. R. *Análise do planeamento e gestão de gruas nos estaleiros de construção em Portugal: Critérios para a seleção e fatores críticos de segurança.* Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/36201/1/Dissertac%cc%a7a%cc%83o_Fla%cc%81via%20Sousa_2014.pdf. Acesso em: 31 mar. 2023.

SOUZA, E. M. S. & GOMES, J. C. *Logística interna dos fluxos de materiais e equipamentos no canteiro de obra sob a ótica da produtividade.* Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/179/1/ESTHEFANI%20MARTINS%20SANTOS%20DE%20SOUZA%20TCC.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2023.

VIANA, M. J. & FERREIRA, S.S. *Recomendação técnica de procedimentos nº 05.* Disponível em: http://arquivosbiblioteca.fundacentro.gov.br/exlibris/aleph/a23_1/apache_media/FI21P5JK3RS2KPHTIN1T9L5KB3QTVG.pdf. Acesso em: 17 mar. 2023.

ZOTTI, F. A. *Análise da organização e layout dos canteiros de obras no município de Campo Mourão - PR.* Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6383>. Acesso em: 31 mar. 2023.