



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ ADAUTO FILGUEIRAS BASTOS NETO

ESTUDO SOBRE A PRODUTIVIDADE EM OBRAS DE LINHA DE TRANSMISSÃO

FORTALEZA

2019

JOSÉ ADAUTO FILGUEIRAS BASTOS NETO

ESTUDO SOBRE A PRODUTIVIDADE EM OBRAS DE LINHA DE TRANSMISSÃO

Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B329e Bastos, José Adatao.

Estudo sobre a produtividade em obras de linhas de transmissão / José Adatao Bastos. – 2019.
61 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,
Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini.

1. RUP. 2. Linhas de transmissão. 3. Modelo dos fatores. 4. Produtividade. I. Título.

CDD 620

JOSÉ ADAUTO FILGUEIRAS BASTOS NETO

ESTUDO SOBRE A PRODUTIVIDADE EM OBRAS DE LINHA DE TRANSMISSÃO

Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco Kleber de Araújo Lima (Examinador Interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Rodrigo dos Santos Fortes (Examinador Externo)
RMS Engenharia Ltda.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Alexandre Araújo Bertini, pela excelente orientação.

Aos participantes da banca examinadora Prof. Dr. Francisco Kleber de Araújo Lima e Eng. Rodrigo dos Santos Fortes pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos meus pais Juliano Fernandes Filgueiras Bastos e Luciana de Lima Nunes Fernandes pelo suporte incondicional durante toda a vida, pelos grandes exemplos de profissionais e de pais íntegros, honestos, amorosos, pacientes, educadores e compreensivos.

A minha irmã Lívia Fernandes Bastos pelo exemplo de pessoa sensível, amorosa, educada e empática.

A minha avó Judith Fernandes Filgueiras Bastos por todos e ensinamentos.

Aos meus tios José Carlos Ferreira Bastos e Maria das Graças Nunes Fernandes e minha prima Carla Fernandes Bastos pelo suporte durante toda a graduação

Aos colegas de graduação, pelas reflexões, críticas, aprendizados e companheirismos.

Ao PET Civil e a Consultec Jr. pelos ensinamentos e pelas amizades.

A RMS Engenharia pelos aprendizados e fornecimento dos dados para a elaboração desse estudo.

RESUMO

O consumo de energia elétrica está intimamente ligado ao desenvolvimento socioeconômico de um país. Isso somado ao crescente desenvolvimento de modelos sustentáveis de geração de energia influenciou bastante o desenvolvimento do Sistema Interligado Nacional (SIN) brasileiro, de modo que surgiram muitas obras de expansão e manutenção das linhas de transmissão desse sistema. Contudo, a produtividade desse tipo de empreendimento é pouco estudada no meio acadêmico, justificando, assim, o estudo da produtividade de forma padronizada, a fim de comparar os indicadores acompanhados por uma empreiteira cearense durante duas obras de linhas de transmissão, uma no interior de Pernambuco e outra no interior da Bahia, com o indicador de Razão Unitária de Produção (RUP) juntamente com o Modelo dos Fatores, a fim de criar um banco de dados, qualitativo e quantitativo, compreender quais fatores afetam a produtividade desse tipo de obra e comparar a eficiência da utilização desses indicadores, a fim de melhorar a tomada de decisão e o controle da produção dessas obras.

Palavras-chave: RUP. Linhas de Transmissão. Modelo dos Fatores. Produtividade.

ABSTRACT

Electricity consumption is closely linked to the socioeconomic development of a country. This added to the growing development of sustainable models of power generation greatly influenced the development of the Brazilian national interconnected system (SIN), so that many works of expansion and maintenance of the transmission lines of this system emerged. However, the productivity of this type of construction is poorly studied in academia, thus justifying the study of productivity in a standardized way, in order to compare the indicators accompanied by a construction company from Ceará during two transmission line works, one in Pernambuco and another in the interior of Bahia, with the Unitary Ratio of Production (RUP) indicator together with the Factors Model, in order to create a qualitative and quantitative database, to understand which factors affect the productivity of this type of work and to compare the efficiency of the use of these indicators in order to improve decision making and control of the production of these works.

Palavras-chave: RUP. Transmission Lines. Factor Model. Productivity

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Considerações iniciais	10
1.2	Justificativa	17
1.3	Objetivo geral	17
1.4	Objetivos específicos	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	Fornecimento de energia elétrica	19
2.2	Linhas de transmissão e subtransmissão	20
2.2.1	<i>Cabos condutores de fase</i>	21
2.2.2	<i>Isoladores</i>	23
2.2.3	<i>Estruturas</i>	25
2.2.3.1	<i>Função das estruturas na linha</i>	25
2.2.3.2	<i>Forma de resistir</i>	26
2.2.3.3	<i>Materiais para estruturas</i>	27
2.2.4	<i>Etapas de construção de uma linha de transmissão</i>	28
2.3	Produtividade	29
2.4	Razão unitária de produção (RUP)	30
3	MÉTODO	32
3.1	Caracterização das obras estudadas	32
3.2	Levantamento dos indicadores de produtividade mensurados durante a execução das obras	34
3.3	Medição das RUPs em cada obra e comparação com os indicadores de produtividade tradicionalmente utilizados	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1	Média dos indicadores tradicionalmente acompanhados	37
4.2	RUPs e fatores que influenciaram cada indicador	38
4.2.1	<i>Abertura de faixa</i>	38
4.2.2	<i>Escavação</i>	40
4.2.3	<i>Implantação de postes</i>	41
4.2.4	<i>Aparelhamento de estruturas</i>	41
4.2.5	<i>Lançamento de cabo</i>	43

4.2.6	<i>Nivelamento de cabo</i>	45
4.2.7	<i>Grampeamento de estrutura</i>	46
5	CONCLUSÕES	48
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
	APÊNDICE A – TABELAS E GRÁFICOS DE RUPS	51

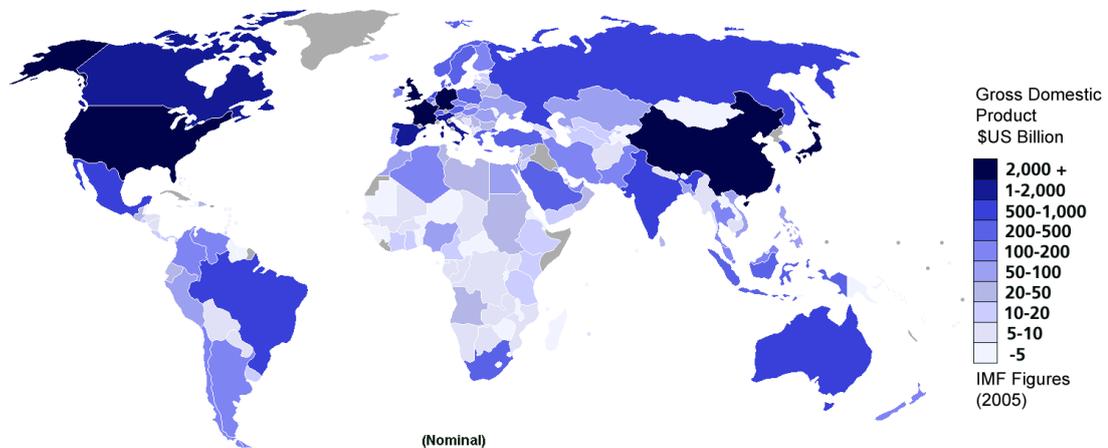
1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Após a revolução industrial, ocorreu aumento da competição econômica entre os países e a demanda por energia elétrica aumentou muito ao longo dos anos, de modo que a energia começou a ser transmitida por maiores distâncias.

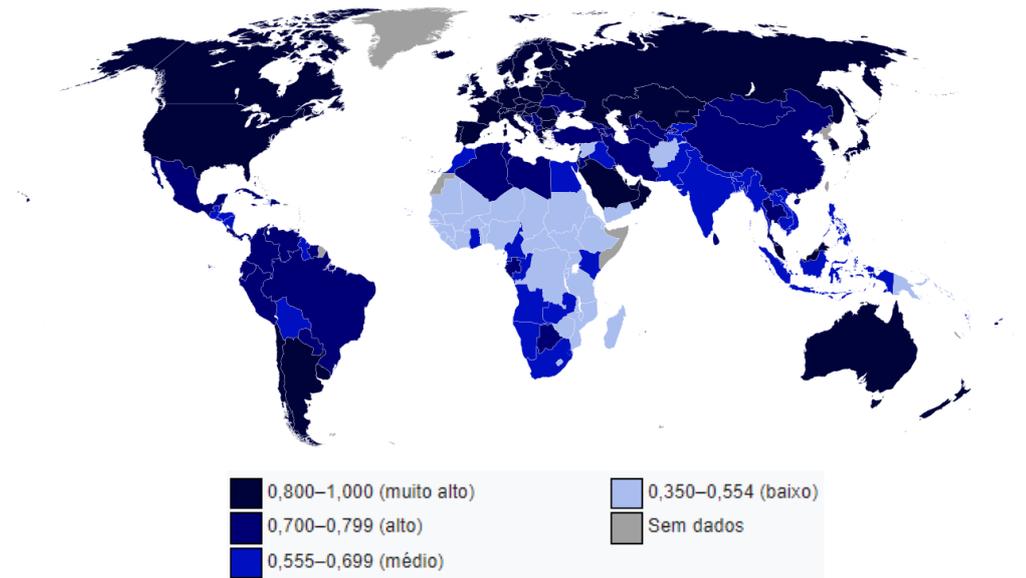
Atualmente sabe-se que o desenvolvimento econômico dos países e a qualidade de vida de seus habitantes estão intimamente ligados à oferta e ao consumo de energia elétrica. Conforme é mostrado na Imagem 1, na Imagem 2 e na Imagem 3 onde é possível notar uma relação direta entre o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), o PIB (Produto Interno Bruto) per capita e o consumo de energia elétrica per capita.

Imagem 1: Mapa-múndi mostrando os países por PIB (Nominal)



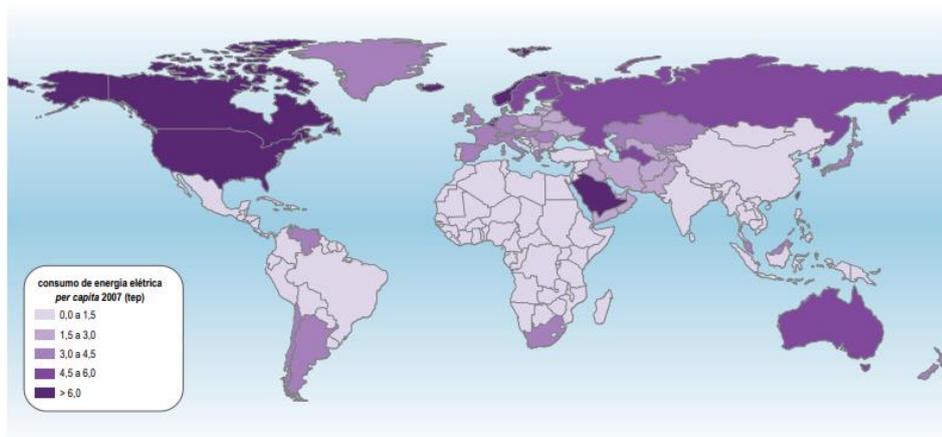
Fonte: CIA World Factbook, 2007.

Imagem 2: Mapa-múndi indicando o IDH



Fonte: PNUD, Human Development Indices and Indicators – 2018 Statistical Update.

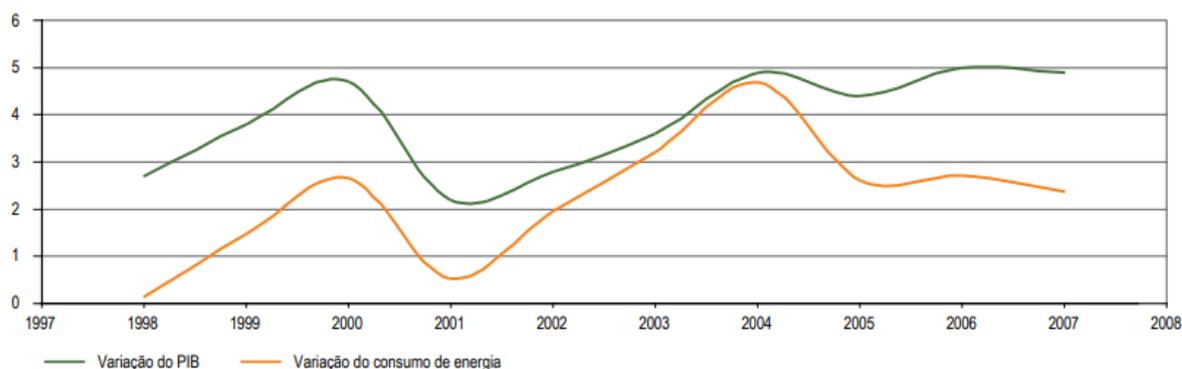
Imagem 3: Consumo de energia per capita em 2007



Fonte: BP Statistical Review of World Energy (2008).

Essa relação também é evidente, conforme mostrado na Imagem 4, onde é evidente que a variação percentual do consumo de energia acompanha a variação do PIB e de modo geral tende a aumentar.

Imagem 4: Variação do PIB e variação do consumo de energia no mundo (1998 – 2007)



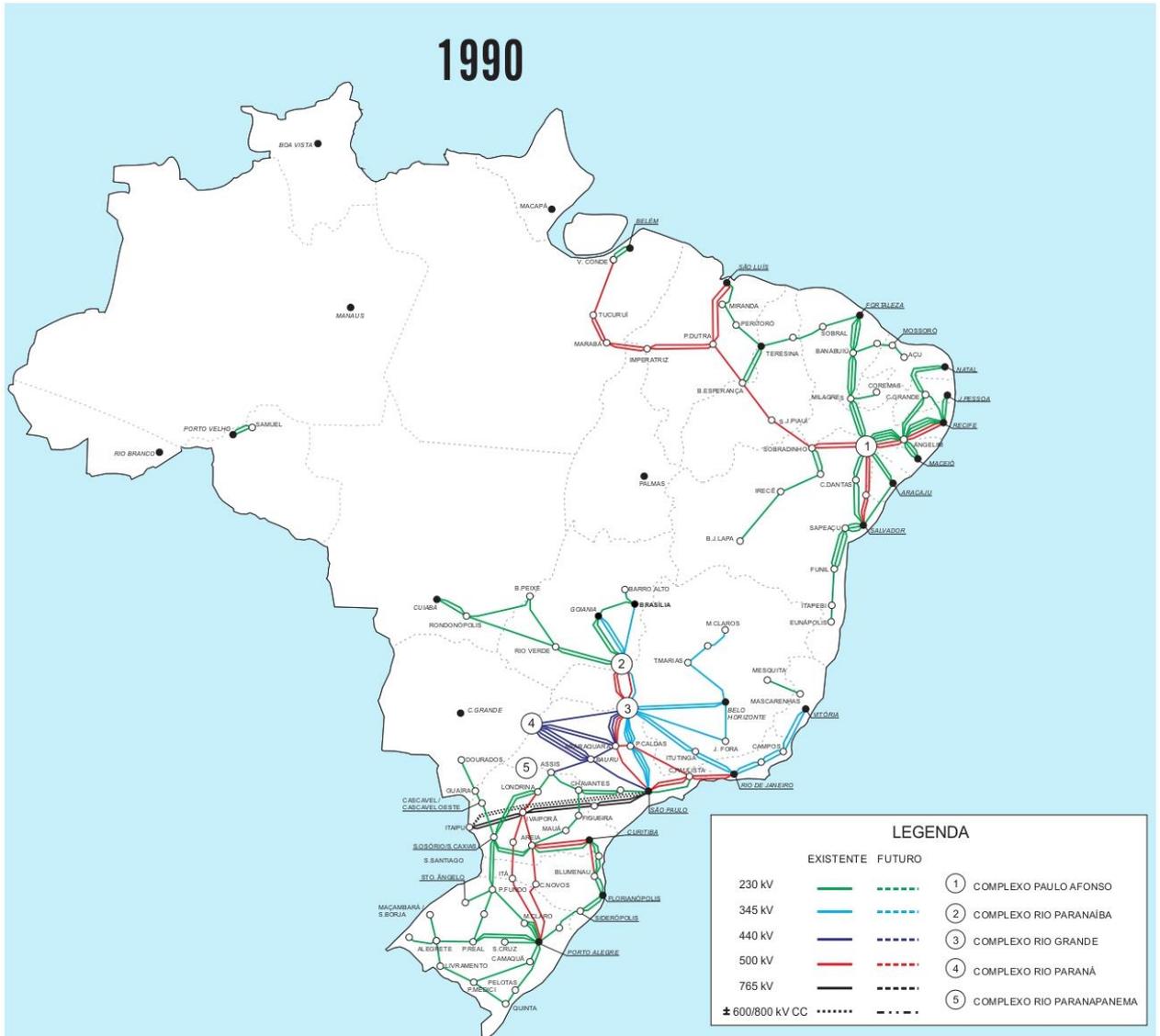
Fonte: Ipea (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), BP (2008).

A fim de melhorar a transmissão de energia no país e atender a crescente demanda por energia, em 1998 foi criado o Sistema Interligado Nacional (SIN), um sistema de produção e transmissão hidro-termo-eólico de grande porte com a maior parte do sistema de geração composto por hidrelétricas. Esse sistema interliga as cinco regiões brasileiras e é composto por quatro subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Norte e Nordeste.

Essa interconexão dos subsistemas possibilita a integração entre os recursos de geração e transmissão das regiões do país, a fim de atender o mercado com segurança e maior custo benefício tanto para as concessionárias de energia como para o consumidor final.

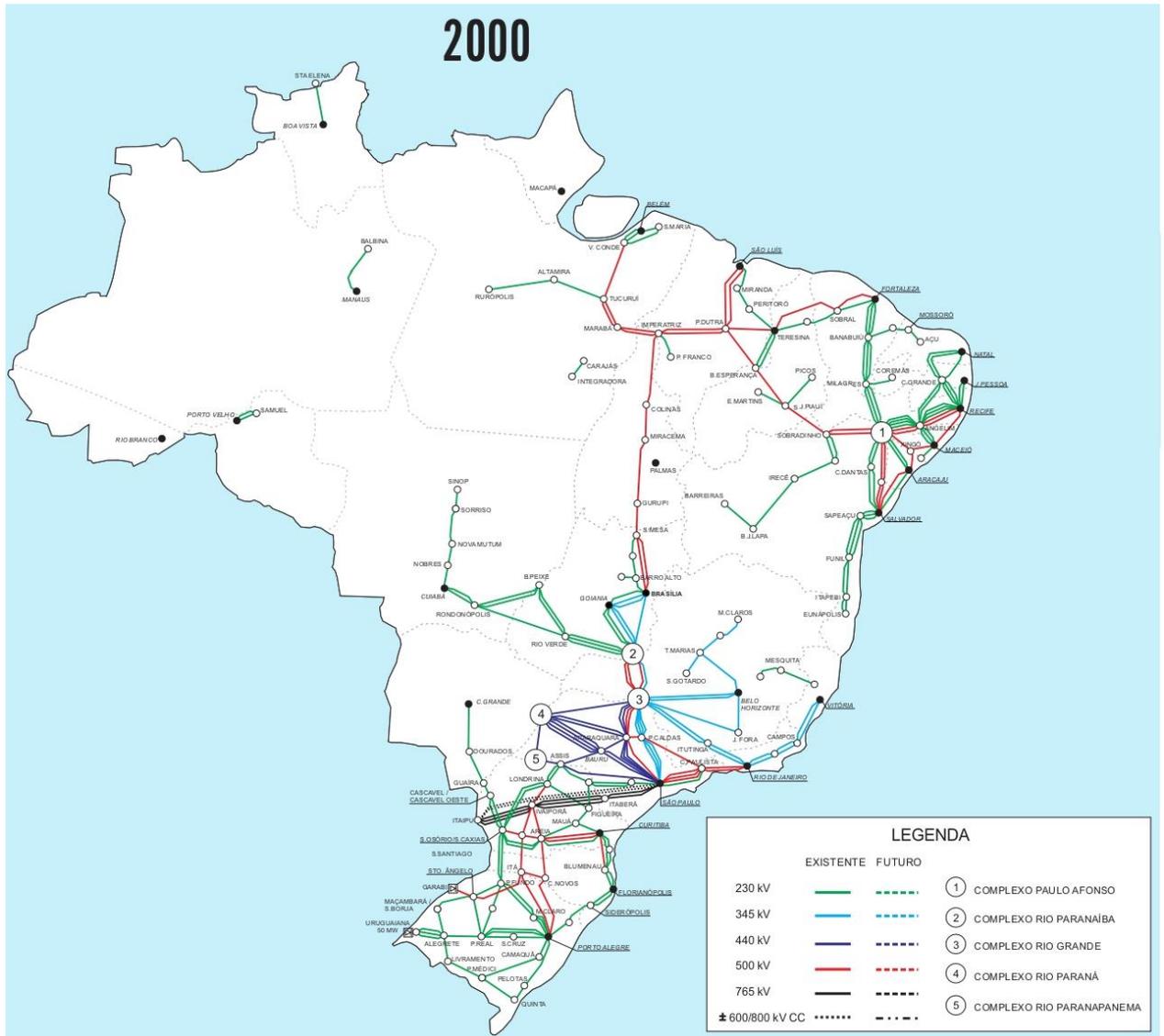
A malha que constitui o SIN vem aumentando com os anos, conforme é mostrado nas Imagens 5, 6, 7 e 8. Atualmente essa malha é composta por aproximadamente 135.000 km de linhas de transmissão. Essa extensão tende a continuar aumentando e em 2027 a malha do SIN deverá totalizar cerca de 200.000 km de acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia 2027 (PDE 2027).

Imagem 5: Evolução da transmissão – rede básica 1990



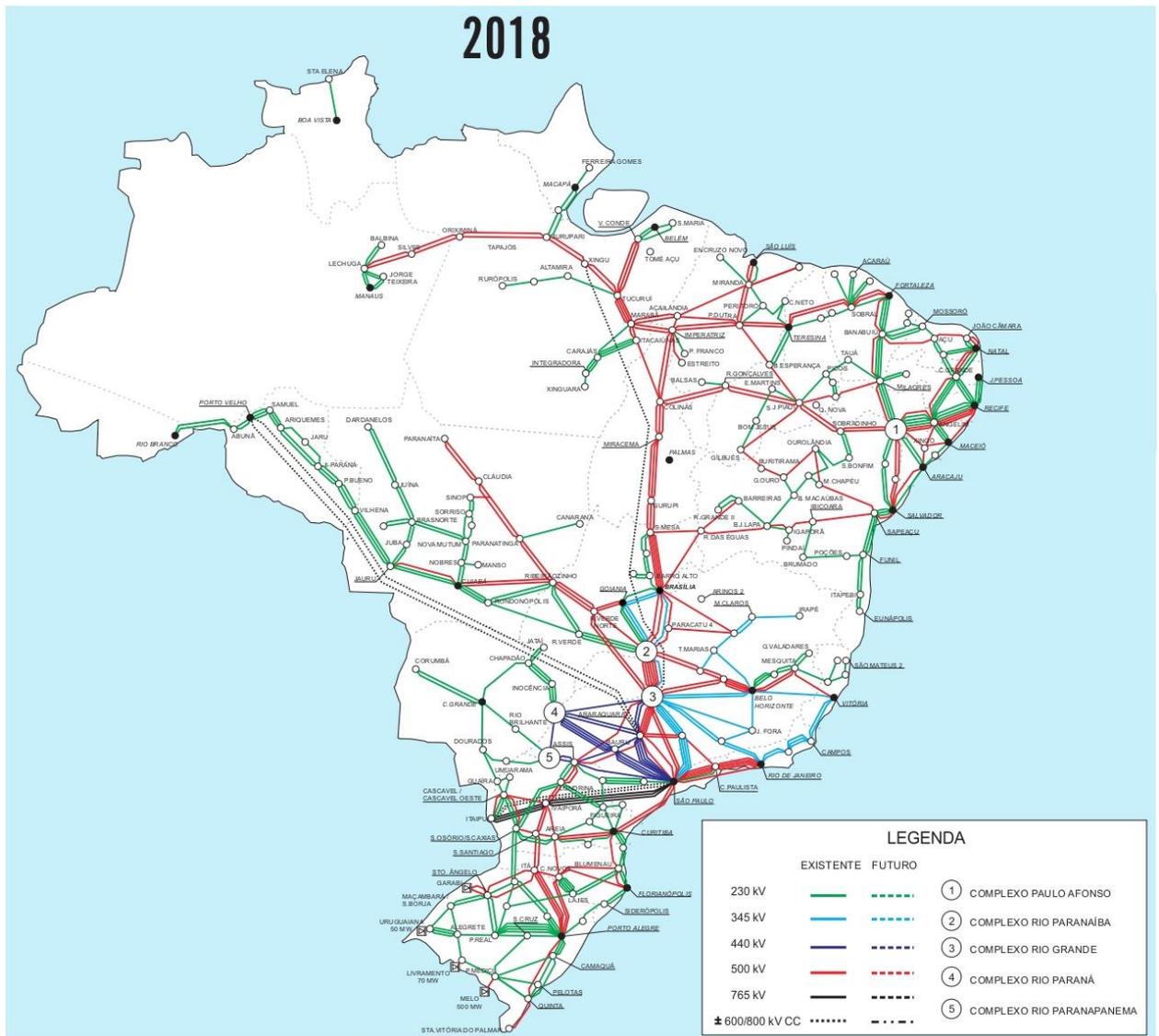
Fonte: Eletrobrás - Evolução da Transmissão – Rede Básica.

Imagem 6: Evolução da transmissão – rede básica 2000



Fonte: Eletrobrás - Evolução da Transmissão – Rede Básica.

Imagem 8: Evolução da transmissão – rede básica 2018



Fonte: Eletrobrás - Evolução da Transmissão – Rede Básica.

O PDE 2027 é um documento que visa indicar as perspectivas de expansão do setor energético brasileiro até 2027 e norteia o planejamento desse setor, a fim de superar sete grandes desafios:

1. Exploração do potencial hidrelétrico da Amazônia
2. Aumento da complexidade socioambiental e fundiária
3. Impacto das mudanças climáticas
4. Crescimento das fontes intermitentes na matriz elétrica
5. Expansão de redes elétricas inteligentes e geração distribuída
6. Envelhecimento do sistema existente
7. Integração energética da América Latina

Atualmente existem obras de ampliação e interligação de linhas de distribuição em grande parte do território brasileiro, visando sempre solucionar a problemática do fornecimento de energia elétrica, a fim de que mais pessoas possam ter acesso a energia elétrica com qualidade e segurança sem que isso acarrete grandes custos tanto para a concessionária de energia, responsável pelo seu fornecimento, como para o consumidor final.

Desse modo, surge a necessidade de estudar a produtividade desse tipo de obra, visto que é um segmento bastante presente na atualidade e que pode ser otimizado, por meio de conceitos já utilizados em outros segmentos da engenharia.

1.2 Justificativa

Com o aumento do investimento na transmissão de energia elétrica brasileira, ocorreu um aumento no número de obras de expansão, interligação e manutenção de linhas de distribuição. Entretanto, as empresas desse segmento, de modo geral, enfrentam grandes problemas no decorrer das obras, visto que elas costumam localizar-se longe de grandes centros urbanos e é comum a ocorrência de fatores que prejudicam a produção das obras.

Por outro lado, percebe-se que não há muitos estudos recentes acerca da produtividade de obras de linhas de subtransmissão e por isso o processo de planejamento e gerenciamento de obras desse tipo ainda é muito tradicional. Contudo, há uma demanda crescente para que os diversos setores da engenharia civil sejam cada vez mais eficientes do ponto de vista econômico e ambiental.

Desse modo, surge a necessidade de conhecer quais os fatores mais comuns que afetam o andamento das obras, o impacto de cada um deles, a fim de minimizar esses riscos e ganhar mais produtividade, buscando, assim, propor indicadores de produtividade mais eficientes para o gerenciamento dessas obras baseado em modelos utilizados pela construção civil.

1.3 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar e propor indicadores de produtividade utilizados em obras de linhas de subtransmissão.

1.4 Objetivos específicos

- a) Estudar a produtividade média de obras de linha de distribuição.
- b) Estudar os indicadores geralmente utilizados para medir a produtividade desse tipo de obra.
- c) Verificar a eficiência desses indicadores.
- d) Propor a utilização de um novo indicador de produtividade nessas obras.

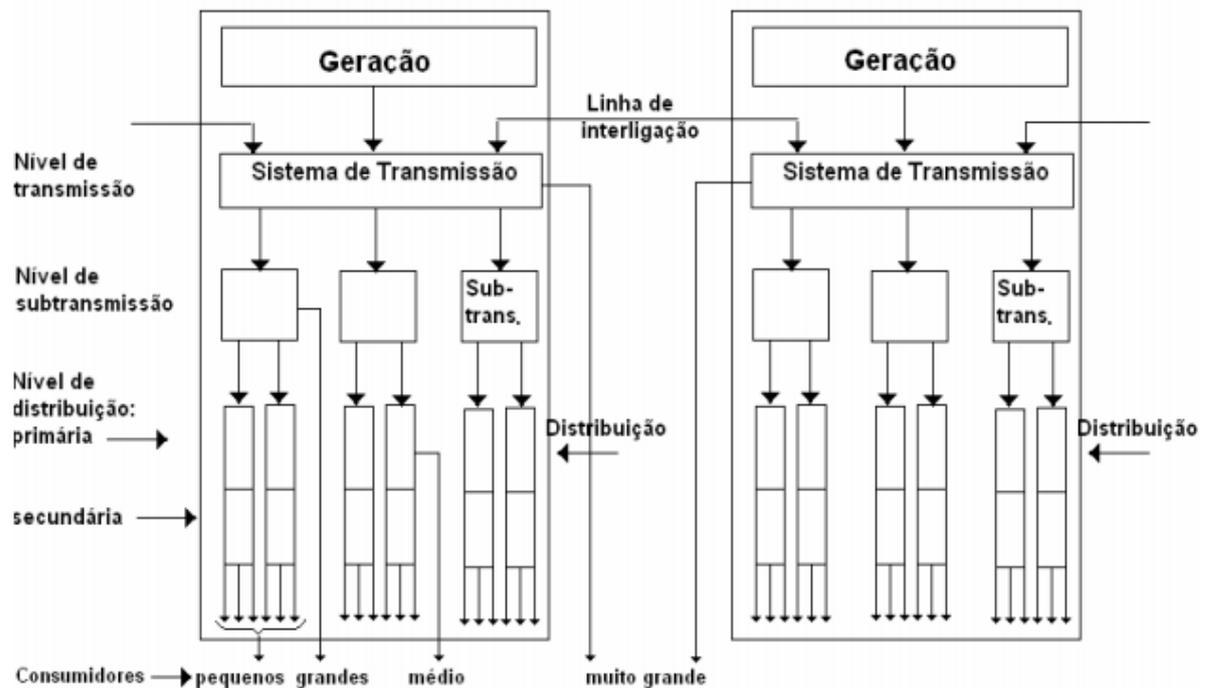
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fornecimento de energia elétrica

As fontes convencionais de energia primária para a produção de energia elétrica em sistemas comerciais são, atualmente, energia hidráulica, energia eólica, energia solar, energia térmica e energia termonuclear.

Para Fuchs (1979), os sistemas modernos de energia elétrica podem ser organizados numa estrutura horizontal e numa estrutura vertical, conforme ilustrado na Imagem 9.

Imagem 9: Estrutura básica de um sistema interligado



Fonte: Características dos parâmetros do condutor equivalente a um feixe de subcondutores de linhas de transmissão: análise inicial (CARVALHO, 2007).

Segundo Fuchs (1979), a estrutura vertical é dividida em:

- a) Rede de distribuição
- b) Rede de subtransmissão
- c) Rede de transmissão
- d) Linhas de interligação
- e) Geração

Enquanto que a divisão horizontal é composta por subsistemas, a princípio isolados eletricamente e geograficamente, dos subsistemas de mesmo nível, ligados entre si apenas através dos sistemas de nível superior.

O fornecimento de energia ocorre em todos os níveis, mas difere com relação as tensões e quantidade de energia transportada. Segundo Fuchs (1979), as linhas podem ser classificadas em quatro grupos, devidamente definidos abaixo:

- a) Linhas de Transmissão: Operam em níveis de tensão mais elevado, usualmente entre 230 kV e 750 kV, e têm como função o transporte da energia entre os centros de produção e centros de consumo. De modo geral, terminam em subestações regionais abaixadoras.
- b) Linhas de Subtransmissão: Operam em alta tensão, usualmente entre 69 kV e 138 kV, e sua função é distribuir a granel a energia transportada pelas linhas de transmissão. Nascem nos barramentos das subestações regionais que recebem as linhas de transmissão e terminam em subestações locais.
- c) Linhas de Distribuição Primárias: Operam em média tensão, tensões entre 13,8 kV e 34,5 kV, e podem ocupar vias públicas.
- d) Linhas de Distribuição Secundárias: Operam com as tensões mais baixas do sistema, abaixo de 13,8 kV, de modo que podem fornecer energia para uso direto em máquinas. No Brasil estão presentes em três sistemas 220/127 V, 380/220 V e 220/110 V.

2.2 Linhas de Transmissão e Subtransmissão

Sob o ponto de vista físico elétrico, as linhas de transmissão e subtransmissão se confundem (FUCHS, 1979). Por isso, no presente trabalho, o termo utilizado de maneira genérica será *linhas de transmissão*.

Segundo Menezes (2015), a transmissão pode ser feita por linhas aéreas, subterrâneas ou subaquáticas. No caso do Brasil, as linhas de transmissão aéreas são mais comuns, devido ao seu menor custo em relação às demais, e são sistemas compostos basicamente por cabos condutores de fase, cabos para-raios, isoladores e estruturas (CARLOS, 2015).

De acordo com Fuchs (1982) as linhas aéreas de transmissão são compostas por uma parte ativa, representada pelos cabos condutores, e outra passiva, representada pelos isoladores, ferragens e estruturas. A função da parte ativa é, essencialmente, transmitir a

energia elétrica, enquanto que a parte passiva é responsável por garantir o afastamento dos condutores do solo e entre si.

Fuchs (1982) também destaca a presença de elementos acessórios às linhas de transmissão, basicamente cabos para-raios e aterramentos, que destinam-se a interceptar e descarregar ao solo as sobretensões atmosféricas que eventualmente poderiam provocar falhas no sistema.

2.2.1 Cabos condutores de fase

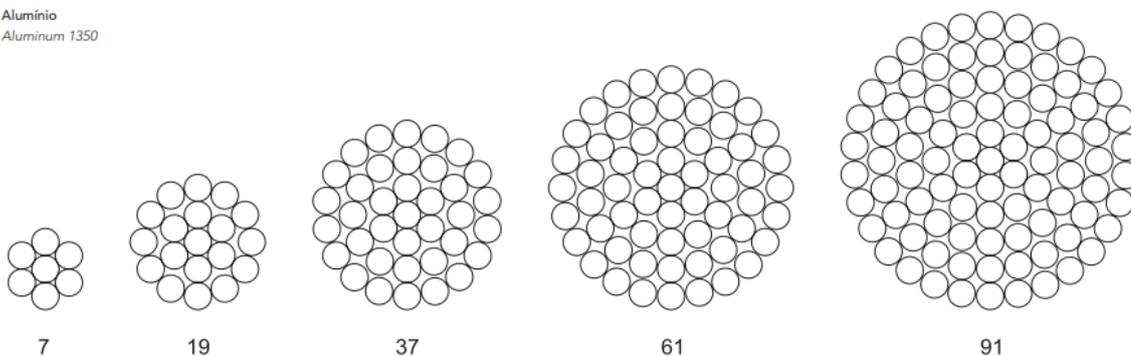
Segundo Fuchs (1979), os principais tipos de cabos condutores podem ser classificados como:

- a) Condutores de Cobre: São cabos nus de cobre fabricados com bitolas entre $13,3 \text{ mm}^2$ e $645,2 \text{ mm}^2$. Podem ser encordoados de duas maneiras (A e AA) definidas por norma.
- b) Condutores de Alumínio e Alumínio-aço: Tanto os cabos de alumínio (CA) como os cabos de alumínio com alma de aço (CAA) são comumente classificados de acordo com o código canadense de referências comerciais.

Imagem 10: Cabos de Alumínio (CA)

CA - Formação Típica | AAC - Typical Stranding

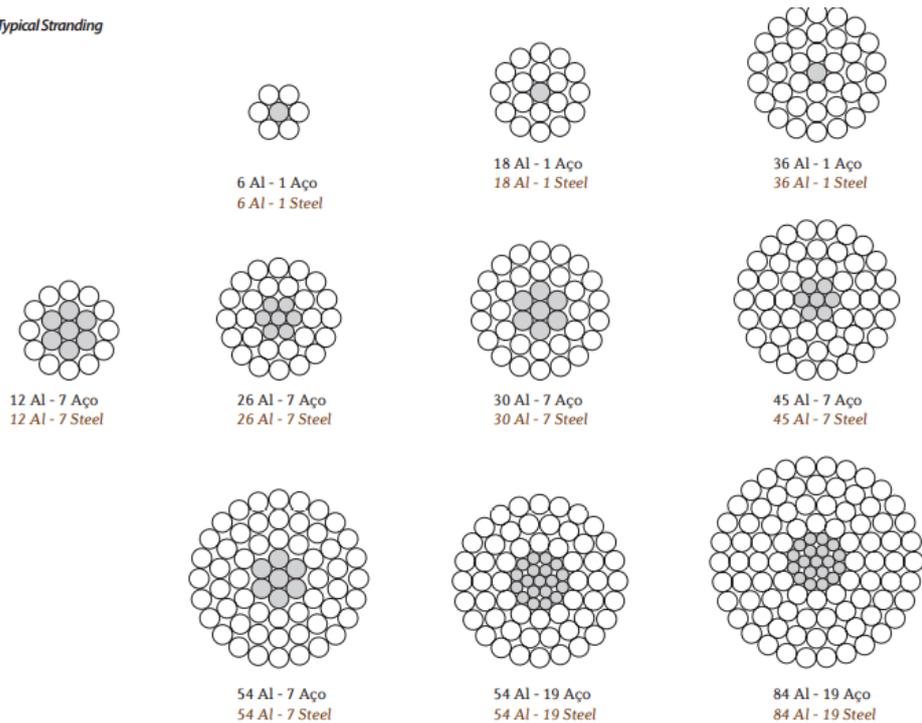
○ Alumínio
Aluminum 1350



Fonte: Catálogo técnico de condutores elétricos de alumínio, Alubar.

Imagem 11: Cabos de alumínio com alma de aço (CAA)

CAA - Formação Típica | ACSR - Typical Stranding

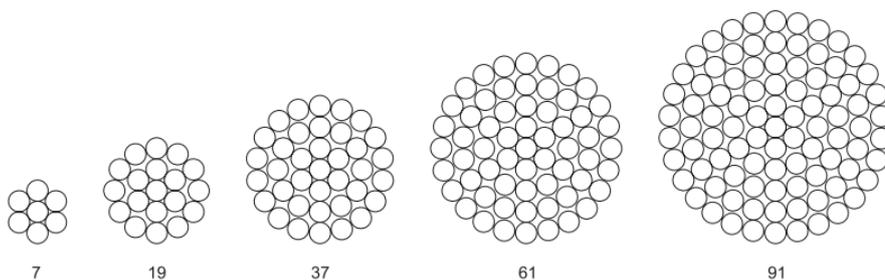


Fonte: Catálogo técnico de condutores elétricos de alumínio, Alubar.

- c) Condutores em Ligas de Alumínio: O alumínio é um excelente condutor elétrico, contudo, possui baixa resistência mecânica, por isso pode ser utilizado em liga metálica com outros materiais. Essas ligas têm diversos nomes comerciais. Nos Estados Unidos e Canadá dois tipos são mais comuns, o AAAC (*all aluminum alloy cable*), cabos homogêneas de diversas ligas de alumínio, e os ACAR (*aluminum conductor aluminum alloy reinforced*), cabos muito semelhantes aos CAA, mas com alma de liga de alumínio.

Imagem 12: Cabos de alumínio liga (AAAC)

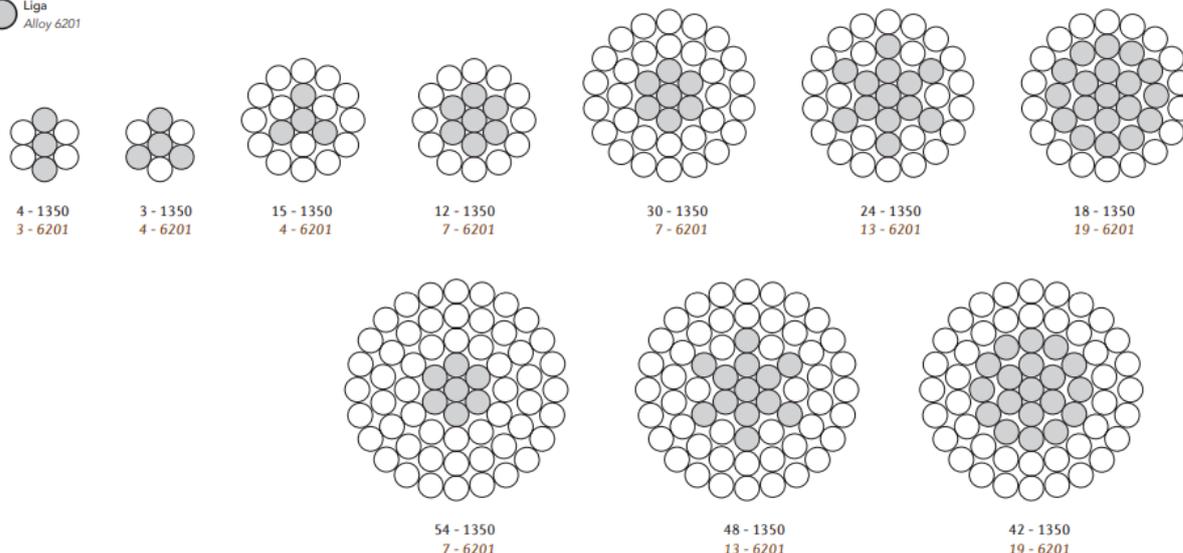
CAL - Formação Típica | AAAC - Typical Stranding



Fonte: Catálogo técnico de condutores elétricos de alumínio, Alubar

Imagem 13: Cabos de alumínio liga (ACAR)

ACAR - Formação Típica | ACAR - Typical Stranding



Fonte: Catálogo técnico de condutores elétricos de alumínio, Alubar

- d) Condutores *Copperweld* e *Alumoweld*: Possuem filamentos obtidos por meio da extrusão de cobre (*copperweld*) ou alumínio (*alumoweld*) sobre um fio de alta resistência, de modo que o condutor tenha pequena seção e elevada resistência mecânica. Raramente, em linhas de transmissão, são utilizados como cabo condutor de fase, mas são comumente utilizados como cabos para-raios.

Com relação ao peso dos cabos, os cabos de alumínio se destacam dos demais, pois são mais leves, seguidos dos cabos de liga de alumínio-aço enquanto que os cabos de alumínio com alma de aço possuem maior massa unitária. Sob a ótica da resistência a tração, os cabos mais resistentes são os de alumínio com alma de aço, em seguida vem os de liga de alumínio-aço e por último os cabos de alumínio. No que se refere a capacidade de corrente, os cabos de alumínio são mais eficazes, os cabos de liga de alumínio-aço são intermediários e os cabos de alumínio com alma de aço possuem os menores valores.

2.2.2 Isoladores

Os isoladores são elementos responsáveis por isolar os cabos condutores do restante do sistema, ou seja, impedem que a corrente chegue até as estruturas, e são responsáveis

também por sustentar os cabos. Eles podem ser feitos de porcelana, de vidro ou a base de polímeros.

Segundo Fuchs (1979), os isoladores podem ser divididos em três tipos, são eles:

- a) Isoladores de Pino: São fixados por meio de um pino de aço com uma *cabeça* de chumbo filetada, onde o isolador é aparafusado. Esses isoladores possuem pequena resistência mecânica e por isso são utilizados apenas em linhas até 69 kV e com condutores leves.

Imagem 14: Isolador de pino polimérico para tensões até 34,5 kV



Fonte: Adaptado de JUDY CABOS.

- b) Isoladores Tipo Pilar: Possuem melhor desempenho mecânico quando comparado ao isolador de pino, por isso são mais comuns em linhas com tensão superior a 69 kV.

Imagem 15: Isolador tipo pilar de porcelana para tensões até 35 kV



Fonte: Adaptado de JUDY CABOS.

- c) Isoladores de disco: São compostos pela sobreposição de discos e seus engates são feitos de ferro ou aço carbono zincados. Podem ser fixados na horizontal quando utilizados em estruturas de ancoragem.

Imagem 16: Isolador de disco polimérico para tensões até 35 kV



Fonte: Adaptado de JUDY CABOS.

2.2.3 Estruturas

Segundo a NBR 5422/1985 as estruturas que compõem uma linha aérea de transmissão podem ser classificadas principalmente em relação a três critérios:

- a) Quanto à sua função na linha
- b) Quanto à sua forma de resistir
- c) Quanto ao material de que elas são feitas

2.2.3.1 Função das estruturas nas linhas

A NBR 5422/1985 especifica três tipos de cargas atuantes numa estrutura de linha aérea de transmissão.

- a) Cargas verticais: Componentes verticais dos esforços de tração dos cabos, peso dos acessórios de fixação dos cabos, peso próprio do suporte e eventuais cargas e sobrecargas durante a montagem.
- b) Cargas horizontais transversais: Componentes horizontais transversais dos esforços de tração dos cabos, eventuais esforços originários do estaiamento e ações do vento sobre a estrutura e sobre os cabos.

- c) Cargas horizontais longitudinais: Componentes horizontais longitudinais dos esforços de tração dos cabos e ação do vento sobre o suporte na direção da linha.

De acordo as cargas que suportam, as estruturas podem ser classificadas em:

- a) Estruturas de suspensão: Dimensionadas para suportar aos esforços normais verticais, horizontais longitudinais e horizontais transversais.
- b) Estruturas de ancoragem: Há dois tipos de estruturas de ancoragem, as estruturas de ancoragem total e as estruturas de ancoragem parcial. As estruturas de ancoragem total normalmente são empregadas no início e no fim da linha e são dimensionadas para resistir aos esforços normais e excepcionais unilateralmente, enquanto que as ancoragens parciais são empregadas em pontos no meio da linha, são menos robustas que as de ancoragem total e servem como ponto de tensionamento.
- c) Estruturas para ângulos: São dimensionadas para resistir aos esforços normais originados devido à presença de ângulos.
- d) Estruturas de derivação: São utilizadas quando há necessidade de uma derivação na linha e são dimensionadas para resistir aos esforços oriundos desse processo.
- e) Estruturas de transposição: São utilizadas em pontos onde ocasionalmente é necessário fazer a transposição das fases, de modo que a simetria da linha seja assegurada.

2.2.3.2 Forma de resistir

Segundo esse critério as estruturas podem ser autoportantes ou estaiadas. As autoportantes se sustentam sozinhas, transmitindo os esforços diretamente para suas fundações, e comportam-se como vigas engastadas com elevados momentos fletores. Enquanto que as estruturas estaiadas possuem tirantes ou estais que transmitem parte dos esforços diretamente para o solo por meio das âncoras, de modo que apenas o restante dos esforços é transmitido axialmente para as fundações da estrutura.

Imagem 17: Estrutura estaiada.



Fonte: Autor.

2.2.3.3 Materiais para estruturas

Segundo Fuchs (1979) há três tipos mais comuns de materiais que são utilizados em estruturas de linhas aéreas de transmissão:

- a) Estruturas de madeira: Para ser utilizada em linhas de transmissão a madeira deve possuir elevada resistência mecânica, boa resistência às intempéries, indeformabilidade ao longo do tempo e alta resistência ao ataque de microrganismos. No Brasil as melhores madeiras para esses fins são de crescimento lento e as longas distâncias de transporte muitas vezes inviabilizam a utilização desse material. Algumas madeiras com tempo de crescimento mais rápido podem ser utilizadas, desde que sejam devidamente tratadas, é o caso do eucalipto ou das araucárias, por exemplo.
- b) Estruturas de concreto armado: Muito comuns na Europa, essas estruturas possuem grande durabilidade e, se corretamente executadas, ausência total de manutenção e montagem relativamente simples. Possuem elevada resistências e são bem esbeltas, contudo, durante a construção das linhas é comum sofrerem fissuras devido a sua alta flexibilidade.

- c) Estruturas metálicas: Normalmente são feitas de liga de aço-carbono de alta resistência, são feitas em série de forma bastante industrializada com alta precisão, são transportadas em pequenas e esbeltas peças e são montadas in loco a partir da fixação dessas peças menores. De modo geral, são bem leves, quando comparada aos demais tipos e por serem transportadas em pedaços pequenos e leves, os custos com transporte, geralmente, são inferiores aos outros tipos.

2.2.4 Etapas da construção de uma linha de transmissão

Segundo planilhas de especificações de serviços de empresas como a companhia de eletricidade do estado da Bahia (COELBA) e a companhia energética de Pernambuco (CELPE), podemos agrupar os serviços relacionados a construção de linhas de transmissão com estruturas de concreto em 16 grupos.

- a) Serviços preliminares: Compreende a mobilização de pessoas e equipamentos, montagem do canteiro e instalação de placa de obra.
- b) Locação e verificação topográfica: Compreende o levantamento topográfico de toda a linha e o serviço de abertura e limpeza de faixa de servidão.
- c) Transporte de materiais: Compreende o transporte dos materiais das fábricas até a obra.
- d) Distribuição de materiais: Compreende a distribuição dos materiais vindos das fábricas para pulmões estrategicamente posicionados ao longo da obra.
- e) Escavações para estruturas e estais: Inclui a escavação para as fundações dos postes e as escavações para a ancoragem dos estais.
- f) Fundações de estruturas: Compreende a execução das fundações dos postes de acordo com o respectivo projeto, tipo de solo e de estrutura.
- g) Implantação de postes: Inclui a implantação de postes, a compactação e reaterro se necessário.
- h) Furação em materiais de concreto: Compreende a furação em postes, cruzetas, vigas e braços de concreto, a fim de adequar a fixação dos acessórios na estrutura.
- i) Furação em ferragens: Inclui furação em cantoneiras e chapas para adequar as furações existentes na estrutura.

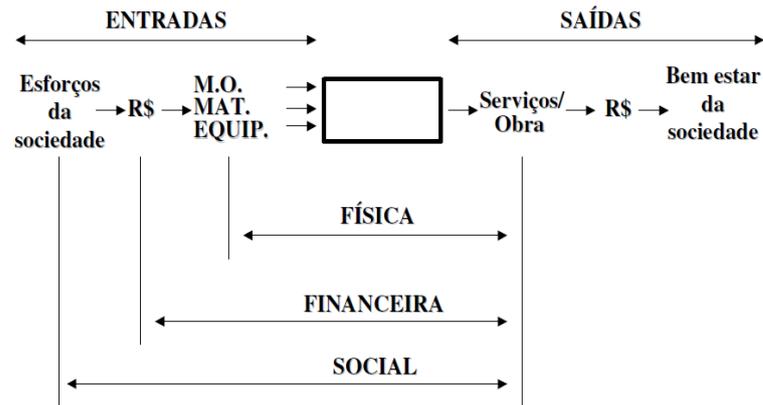
- j) Instalação e montagem de estruturas: Considera a implantação e montagem completa das estruturas de concreto, conforme especificação e projeto.
- k) Montagem de cadeia de isoladores: Compreende a montagem dos isoladores de ancoragem e de suspensão com todas as respectivas ferragens.
- l) Instalação de cabos: Lançar, nivelar e grampear cabos condutores e cabos para-raio.
- m) Instalação de aterramento: Instalação do sistema de aterramento incluindo escavação de 70 cm de profundidade, lançamento do fio, reaterro, compactação e instalação com as devidas conexões.
- n) Medição de resistência de terra por estrutura: Inclui ensaios de resistências de terra das estruturas em sentido longitudinal, a vante e a ré.
- o) Aterramento e seccionamento de cercas: Aterrar e seccionar cercas de arame farpado ou similares, contendo seccionadores, conexões e hastes conforme projeto.
- p) Numeração e pintura de estruturas: Numeração e pintura das estruturas conforme padrão do projeto, a fim de identificar cada estrutura.

2.3 Produtividade

Produtividade pode ser definida como a eficiência em se transformar entradas e saídas num processo produtivo (SOUZA, 1998). Vale destacar que para a construção civil é possível abordar a produtividade do empreendimento sob diferentes aspectos a partir da escolha do tipo de recurso (entrada) que será transformada.

De modo geral é possível fazer essa abordagem sob o ponto de vista físico, financeiro ou social. Na ótica da produtividade física as entradas são os materiais, mão de obra ou equipamentos, enquanto que na ótica da produtividade financeira a análise é feita com base na entrada de dinheiro, ao passo que na produtividade social é considerado como entrada todo o esforço da sociedade, conforme é mostrado na Imagem 17 abaixo.

Imagem 18: Diferentes abrangências do estudo da produtividade



Fonte: Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil (SOUZA, 2000)

O “Modelo dos Fatores” proposto por Thomas; Yiakoumis (1987) divide os fatores que interferem na produtividade da mão-de-obra em duas categorias: **conteúdo do trabalho** e **contexto no qual o trabalho é realizado**, respectivamente. A primeira categoria contempla características como detalhes de projeto e especificação dos materiais, enquanto que a segunda refere-se ao ambiente de trabalho, aos aspectos gerenciais, às condições atmosféricas, a disponibilidade de materiais ou ferramentas, dentre outros.

Desse modo, é possível perceber que a realização do trabalho por uma equipe sofre interferência de certa quantidade de fatores que, por sua vez, afetam o seu desempenho aleatória ou sistematicamente (THOMAS, YIAKOUMIS, 1987). A partir disso é possível criar uma curva que representa a produtividade real da mão-de-obra envolvida nessa atividade. Muito embora, essa curva possa apresentar grande irregularidade, devido ao efeito cumulativo dos fatores que influenciam a produtividade.

2.4 Razão Unitária de Produção (RUP)

Existem vários indicadores para mensurar a produtividade de uma equipe de trabalho, dentre eles a Razão Unitária de Produção (RUP). Esse indicador começou a ser introduzido no Brasil por meio de estudos realizados por Souza (1996) e de lá pra cá vem ganhando cada vez mais espaço no acompanhamento de obras e tendo uma participação cada vez mais relevante em estudos realizados pelo meio acadêmico.

A RUP relaciona homens-hora (HH) e quantidade de serviço (QS), de modo que os HH são a entrada do processo produtivo e a QS é o resultado desse processo e ambos se relacionam conforme a fórmula apresentada abaixo:

$$RUP = \frac{HH}{QS}$$

Onde:

HH = Homens-hora despendidos na execução do serviço

QS = Quantidade de serviço executado pela mão-de-obra em determinado tempo.

Souza (2001) classifica os indicadores de produtividade de acordo com a **abrangência** e com o **intervalo de tempo**. De acordo com a primeira classificação existem três RUPs.

- a) **RUP Oficial:** associada aos oficiais envolvidos na atividade.
- b) **RUP Direta:** associada aos oficiais e ajudantes envolvidos diretamente na atividade.
- c) **RUP Global:** associada a toda a mão-de-obra envolvida na atividade.

Com relação a segunda classificação, também há quatro RUPs comumente estudadas.

- a) **RUP Diária:** o intervalo de tempo considerado é de um dia de serviço.
- b) **RUP Cumulativa:** refere-se a produtividade acumulada em um determinado intervalo de tempo.
- c) **RUP Cíclica:** utilizada quando a atividade possui ciclos de produção bem definidos.
- d) **RUP Potencial:** calculada a partir da mediana dos valores de RUP Diária menores ou iguais a RUP Cumulativa. Essa RUP representa “um valor de RUP Diária associado à sensação de bom desempenho e que mostra-se factível em função dos valores de RUP Diária detectados.

3 MÉTODO

3.1 Caracterização das obras estudadas

As obras estudadas como estudo de caso nesse trabalho foram escolhidas a partir do histórico de obras de LTs de uma empresa de engenharia cearense com mais de vinte anos de experiência e que atua em todo o nordeste brasileiro.

A partir da análise do banco de dados da empresa, duas obras foram escolhidas para o estudo, uma localizada no interior da Bahia, neste trabalho denominada Obra 1, e a outra no interior de Pernambuco, neste trabalho denominada Obra 2.

A Obra 1 interliga os municípios de Planalto, mostrado na Imagem 18 e Barra do Choça, mostrado na Imagem 19. Ambas as cidades estão no Centro-Sul baiano; na microrregião de Vitória da Conquista; possuem uma população de aproximadamente 24.481 habitantes (Planalto) e 34.788 habitantes (Barra do Choça); de acordo com o levantamento realizado pelo IBGE em 2010; e uma área de 961.689 km² (Planalto) e 778.335 km² (Barra do Choça). Devido a elevada altitude média dos municípios, cerca de 946 m para Planalto e 900 m para Barra do Choça, as temperaturas registradas chegam a ser inferiores a 10 °C e a pluviosidade anual é próximo aos 750 mm, com período de estiagem de maio a setembro.

Imagem 19: Localização de Planalto no estado da Bahia



Fonte: Adaptado de WIKIPEDIA.

Imagem 20: Localização de Barra do Choça no estado da Bahia



Fonte: Adaptado de WIKIPEDIA.

A linha de subtransmissão da Obra 1 possui tensão de 138 kV, é de circuito simples, ou seja, é composta por 3 cabos de fase e um cabo para-raio, tem extensão de aproximadamente 23 km, é composta por 2 torres metálicas, 118 estruturas de concreto, das quais 28 são de ancoragem e 90 são de suspensão, e os cabos condutores são CAA do tipo Grosbeak com diâmetro nominal de 25,15 mm.

A Obra 2 interliga duas subestações do município de Arcoverde localizado na mesorregião do sertão pernambucano; na microrregião do sertão de Moxotó; conforme mostrado na Imagem 20; possui uma população de aproximadamente 83.844 habitantes, de acordo com levantamento do IBGE em 2018, e uma área de 350.899 km². Como o município está no semiárido brasileiro, as temperaturas registradas variam de 15 °C no inverno a 32 °C no verão e os índices pluviométricos são relativamente baixos, cerca de 720 mm por ano, com período chuvoso entre março e julho.

Imagem 21: Localização de Arcoverde no estado de Pernambuco



Fonte: Adaptado de WIKIPEDIA.

A linha de subtransmissão da Obra 2 possui tensão de 69 kV, é de circuito duplo, ou seja, é composta por 6 cabos de fase e um cabo para-raio, tem extensão aproximada de 10 km, é composta por 105 estruturas de concreto, das quais 50 são de ancoragem e 55 são de suspensão, e os cabos condutores são do tipo CAA do tipo Grosbeak com diâmetro nominal de 25,15 mm.

3.2 Levantamento dos indicadores de produtividade mensurados durante a execução das obras

De posse dos relatórios diários das obras (RDOs) analisadas, levantou-se os indicadores de produtividade monitorados pelos gestores das obras e chegou-se aos indicadores mostrados na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Indicadores tradicionalmente acompanhados pela empresa

INDICADOR
Quilômetros de faixa aberta por dia (1)
Quantidade de escavações para a fundação dos postes por dia (2)
Quantidade de postes implantados por dia (3)
Quantidade de estruturas aparelhadas por dia (4)
Metros de cabo lançados por dia (5)
Metros de cabo nivelados por dia (6)
Quantidade de estruturas grampeadas por dia (7)

Fonte: Autor.

Além dos indicadores monitorados pela gestão da obra, a análise dos RDOs possibilitou levantar também o número de dias trabalhados durante o período analisado (de abril a agosto para a Obra 1 e de março a agosto para a Obra 2), a condição climática de cada dia e a ocorrência de fatores externos à empreiteira, mas que podem ter influenciado a produtividade dos colaboradores.

Vale ressaltar que as condições climáticas sem registradas nos RDOs duas vezes ao dia, uma referente ao turno da manhã e outra referente ao turno da tarde. Por conta disso, a contabilização dessas condições climáticas e da sua respectiva frequência foi feita por turnos e não por dia. De modo que o mesmo dia pode apresentar tempo ensolarado pela manhã e chuvoso a tarde.

3.3 Medição das RUP em cada obra e comparação com os indicadores de produtividade tradicionalmente utilizados

Neste trabalho calculou-se os valores de RUP Direta Diária, RUP Direta Cumulativa, conforme a metodologia proposta por Souza (2001), e RUP Direta Potencial, de acordo com a metodologia sugerida por Paliari (2008), para os principais serviços que constituem uma obra de linha de subtransmissão.

Para cálculo da quantidade de mão-de-obra para cada serviço utilizou-se dados fornecidos pelos engenheiros de campo (composição das equipes de cada frente de serviço) em conjunto com os RDOs (quantidade de horas trabalhadas em cada dia), conforme mostram as tabelas 2 e 3 abaixo.

Tabela 2: Composição das equipes da Obra 1

OBRA 1						
SERVIÇO	FUNÇÃO					TOTAL
	Ajudante	Eletricista Montador	Motosserista	Operador de Retroescavadeira	Operador de Guindauto	
Abertura de Faixa	4		2	1		7
Escavação	1			1		2
Implantação de Poste	5	1		1	1	8
Aparelhamento de Estrutura	2	4			1	7
Lançamento de Cabo	6	4			1	11
Nivelamento de Cabo	6	4			1	11
Grampeamento	2	4			1	7

Fonte: Autor.

Tabela 3: Composição das equipes da Obra 2

OBRA 2						
SERVIÇO	FUNÇÃO					TOTAL
	Ajudante	Eletricista Montador	Motosserista	Operador de Retroescavadeira	Operador de Guindauto	
Abertura de Faixa	4		2	1		7
Escavação	1			1		2
Implantação de Poste	5	1		1	1	8
Aparelhamento de Estrutura	3	6			1	10
Lançamento de Cabo	6	4			1	11
Nivelamento de Cabo	6	4			1	11
Grampeamento	2	4			1	7

Fonte: Autor.

Vale destacar que em ambos os estudos de caso a mesma equipe realizava mais de um serviço. Por exemplo, digamos que a Equipe A executou o serviço de implantação de postes no dia X, entretanto, no dia X+1 a Equipe A executou o serviço de lançamento de cabo. Por conta disso, para o cálculo das RUPs só foram contabilizados os dias em que a atividade em questão foi realizada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Média dos indicadores tradicionalmente acompanhados

A partir da análise dos RDOs das Obras 1 e 2 obteve-se o valor médio de cada indicador tradicionalmente acompanhado pela empresa. Os resultados são apresentados nas tabelas 4 e 5 abaixo:

Tabela 4: Média dos indicadores tradicionais da Obra 1

OBRA 1						
Indicador						Média Total
	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	
1	1,00	0,49	0,77	0,20	0,55	0,60
2	2,40	2,00	2,14	2,00	1,33	1,98
3	0,00	2,15	2,67	2,00	1,40	2,06
4	0,00	3,60	7,67	13,50	5,00	7,44
5	0,00	0,00	0,00	1,47	1,60	1,53
6	0,00	0,00	0,00	1,96	1,48	1,72
7	0,00	0,00	0,00	6,00	5,00	5,50

Fonte: Autor.

Tabela 5: Média dos indicadores tradicionais da Obra 2

OBRA 2							
Indicador	Média do mês						Média total
	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	
1	0,85	0,46	-	-	-	-	0,65
2	5,00	3,47	2,20	1,00	-	1,00	2,53
3	3,00	2,68	2,00	1,67	-	1,00	2,07
4	6,00	3,43	2,30	1,43	1,92	-	3,02
5	-	-	0,05	0,67	0,88	0,56	0,54
6	-	-	-	0,62	0,92	0,54	0,69
7	-	-	-	2,80	2,10	1,33	2,08

Fonte: Autor.

Percebe-se que em alguns meses não há valores para alguns serviços, devido ao avanço da própria obra e por isso as equipes não realizaram tal atividade no respectivo mês. Por conta disso é possível inferir que as obras estudadas estavam em momentos distintos quando foram analisadas, visto que a Obra 2 não possuía mais abertura de faixa após o mês de

abril, enquanto que a Obra 1 teve frente para esse serviço durante todos os cinco meses que foi estudada. O mesmo vale para outros serviços.

4.2 RUPs e fatores que influenciaram cada indicador

A partir dos RDOs foi possível levantar também os dias úteis no período analisado, 126 dias para a Obra 1 e 136 dias para a Obra 2. Vale destacar que o número de dias úteis nem sempre é igual ao número de dias contabilizados para as médias dos indicadores e RUPs de cada indicador, visto que mesmo que seja um dia útil, a obra pode ter se focado naquele determinado dia para realizar serviços que não são representados nos indicadores medidos, ou pode ainda, não ter, de fato, trabalhado, devido a condições climáticas ou a uma determinação da contratante. Os resultados desse levantamento são apresentados na Tabela 6 abaixo.

Tabela 6: Dias contabilizados para cada indicador tradicional

Indicador	Dias Contabilizados	
	Obra 1	Obra 2
1	23	8
2	33	35
3	43	41
4	16	38
5	10	30
6	10	34
7	9	30

Fonte: Autor.

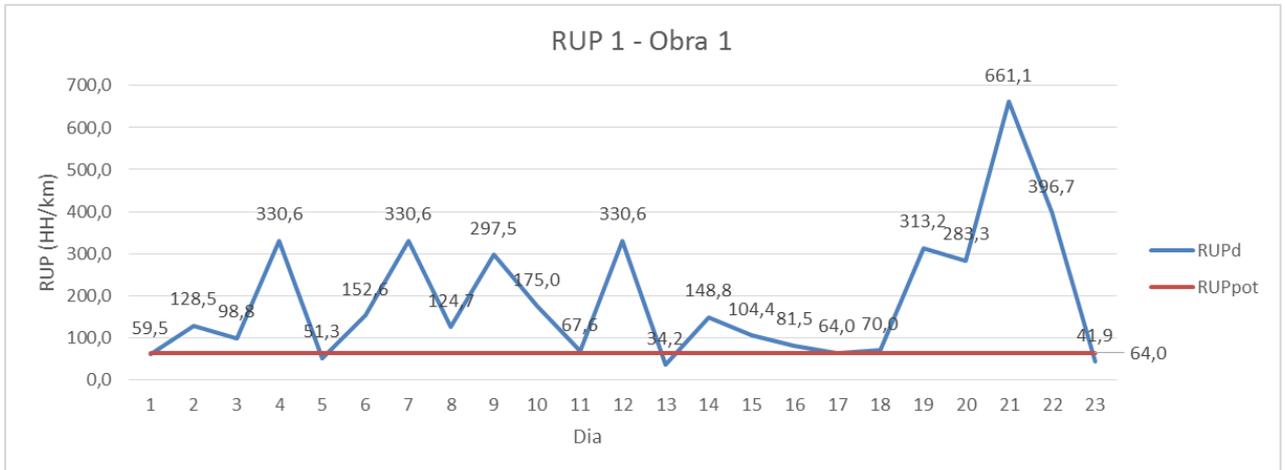
Com base nisso as RUPs foram calculadas para cada frente de serviço analisada pelos indicadores tradicionalmente analisados pela empresa. Os resultados são apresentados no Apêndice A.

4.2.1 Abertura de faixa

Na Obra 1 há uma grande variação da RUPd desse serviço ($CV = 0,818$). Isso ocorre, provavelmente, devido à densidade da vegetação local, visto que a vegetação ao longo de toda a extensão da obra varia consideravelmente, de modo que a obra possuía trechos de mata fechada e trechos de vegetação baixa e de fácil remoção. Outro fator que pode ter influenciado a produtividade dessa equipe foi a facilidade de acesso à obra, visto que ela

possuía trechos de difícil acesso, de forma que apenas veículos tracionados conseguem acessá-los ou então os equipamentos tinham que percorrer grandes distâncias para acessar o trecho.

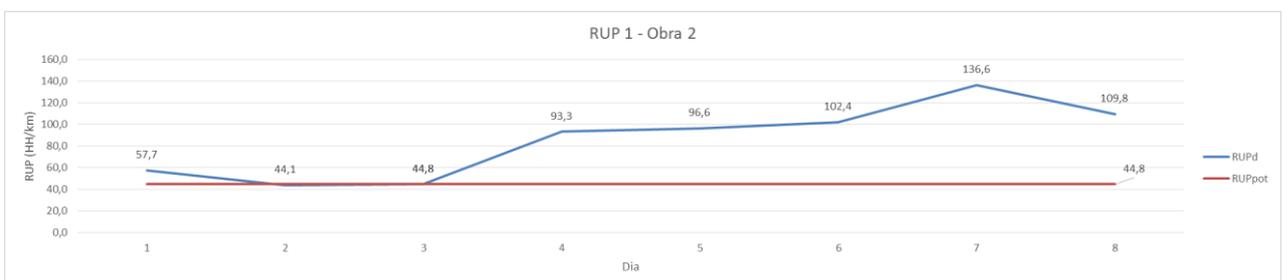
Imagem 22: RUP abertura de faixa – obra 1



Fonte: Autor.

Na Obra 2 a variação dessa RUPd é menor ($CV = 0,390$), supostamente devido ao menor número de amostras e ao fácil acesso à obra, pois grande parte do traçado da linha corre paralelo e próxima a uma rodovia federal.

Imagem 23: RUP abertura de faixa – obra 2



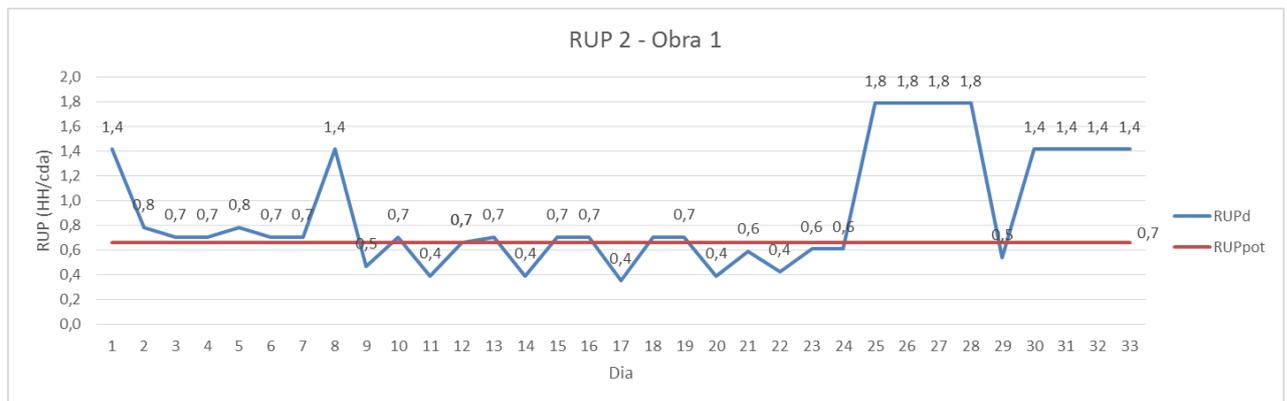
Fonte: Autor.

Desse modo, percebe-se que a equipe da Obra 2 foi mais produtiva e constante do que a da Obra 1, visto que sua RUPpot foi 30 % menor. Como a equipe para essa atividade é a mesma, espera-se que para a mesma quantidade de serviço a equipe da Obra 2 conclua o serviço mais rapidamente. Isso é apresentado também nos indicadores tradicionalmente acompanhados pela empresa. Contudo, essa diferença de produtividade não fica tão evidente, visto que a diferença entre os dois indicadores tradicionais é de apenas 8 %.

4.2.2 Escavação

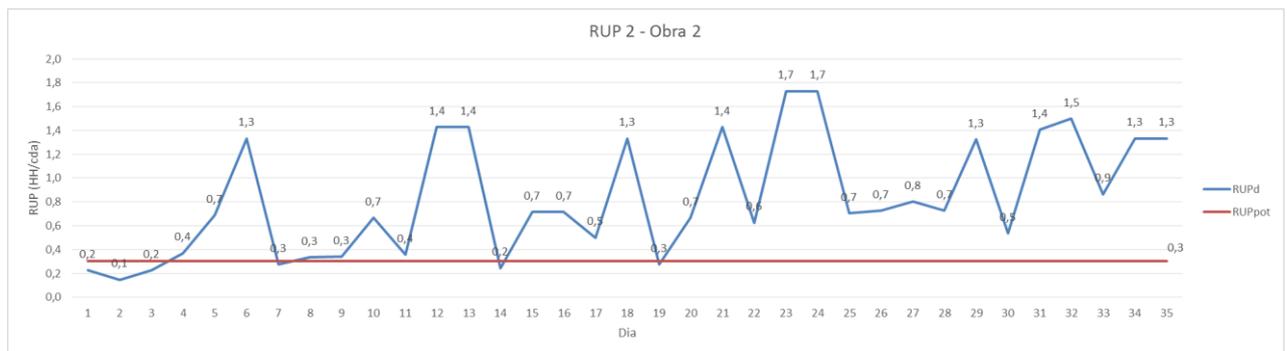
Para o serviço escavação a Obra 2 também mostrou-se mais produtiva do que a Obra 1, visto que a RUPpot dessa obra foi cerca de 57 % menor do que a da outra. Isso também fica evidente a partir da análise dos indicadores tradicionalmente acompanhados pela empresa.

Imagem 24: RUP escavação – obra 1



Fonte: Autor.

Imagem 25: RUP escavação – obra 2



Fonte: Autor.

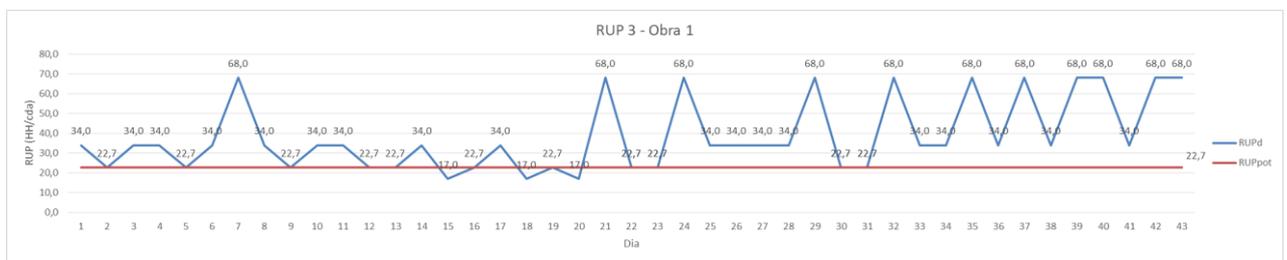
Entretanto, vale destacar que a variação entre os valores de RUPd da Obra 2 foi ligeiramente maior do que a da outra obra ($CV_1 = 0,521$ e $CV_2 = 0,592$). Essa variação é bastante influenciada pela característica do solo da região. Como na Obra 2 houve uma presença significativa de solo rochoso; 35 % das estruturas apresentaram solo rochoso e cerca de 30% do volume escavado foi de solo rochoso, enquanto que na Obra 1 esses índices foram de 3,77 % e 3,05 % respectivamente; essa variação maior nas produtividades diárias é esperada, pois escavações nesse tipo de solo são muito mais demoradas e feitas com auxílio de explosivos.

Por conta disso, era esperado que a RUPpot da Obra 2 fosse menor do que a da Obra 1, mas isso não foi observado.

4.2.3 Implantação de postes

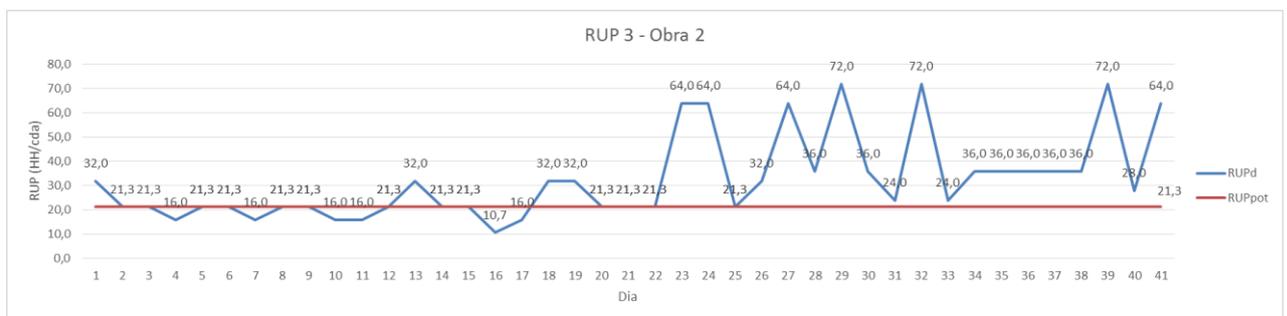
Para esse indicador ambas as obras apresentaram variações semelhantes, com leve aumento para a Obra 2 ($CV_1 = 0,474$ e $CV_2 = 0,543$). Contudo, vale destacar que a na Obra 1 houve picos de grande improdutividade mais frequentes do que na Obra 2, enquanto que a Obra 2 apresentou picos maiores, de modo que a equipe de Pernambuco mostrou-se ligeiramente mais produtiva do que a equipe da Bahia, com uma RUPpot 4,41 % menor. Essa semelhança nos valores de produtividade também pode ser observada nos indicadores tradicionalmente acompanhados.

Imagem 26: RUP implantação de postes– obra 1



Fonte: Autor.

Imagem 27: RUP implantação de postes– obra 2



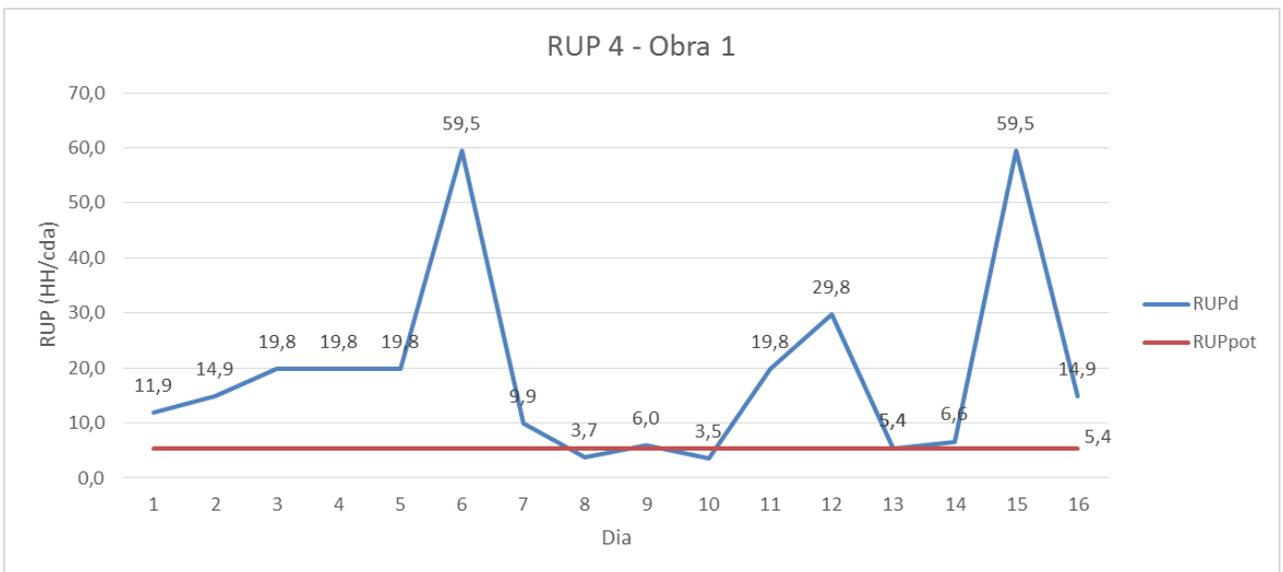
Fonte: Autor.

4.2.4 Aparelhamento de estruturas

A Obra 1 apresentou variação significativa da produtividade da equipe com relação a esse indicador ($CV = 0,544$). Isso ocorre devido à variação do padrão das estruturas utilizadas

na obra, dado que a linha possui seis tipos de estruturas, sendo dois de suspensão e quatro de ancoragem, e cada tipo de estrutura deve ser aparelhado de acordo com seu respectivo projeto, de maneira que há estruturas que são rapidamente aparelhadas, estruturas *line-post* ou SP-PR por exemplo, e estruturas com processo de aparelhamento mais complexo e, portanto, mais demorado.

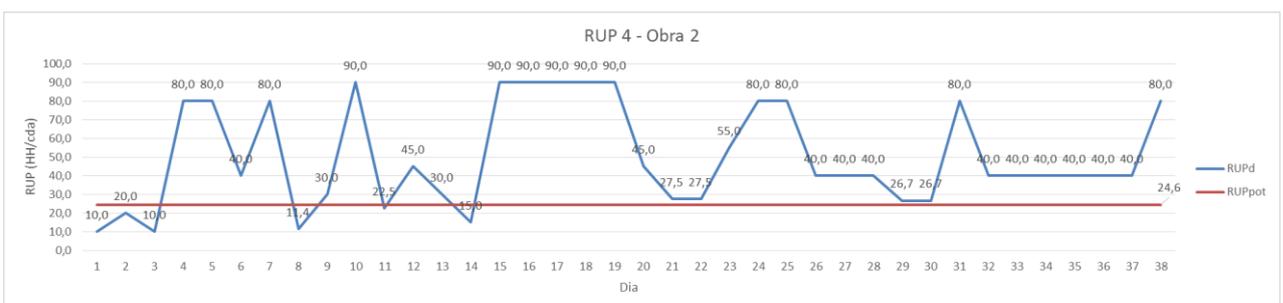
Imagem 28: RUP aparelhamento de estrutura– obra 1



Fonte: Autor.

A Obra 2 apresentou maior variação da RUPd com relação ao serviço de aparelhamento de estruturas ($CV = 0,914$). Essa variação maior é esperada, pois a linha possui cinco tipos de estrutura, sendo dois de suspensão e três de ancoragem.

Imagem 29: RUP aparelhamento de estrutura– obra 2



Fonte: Autor.

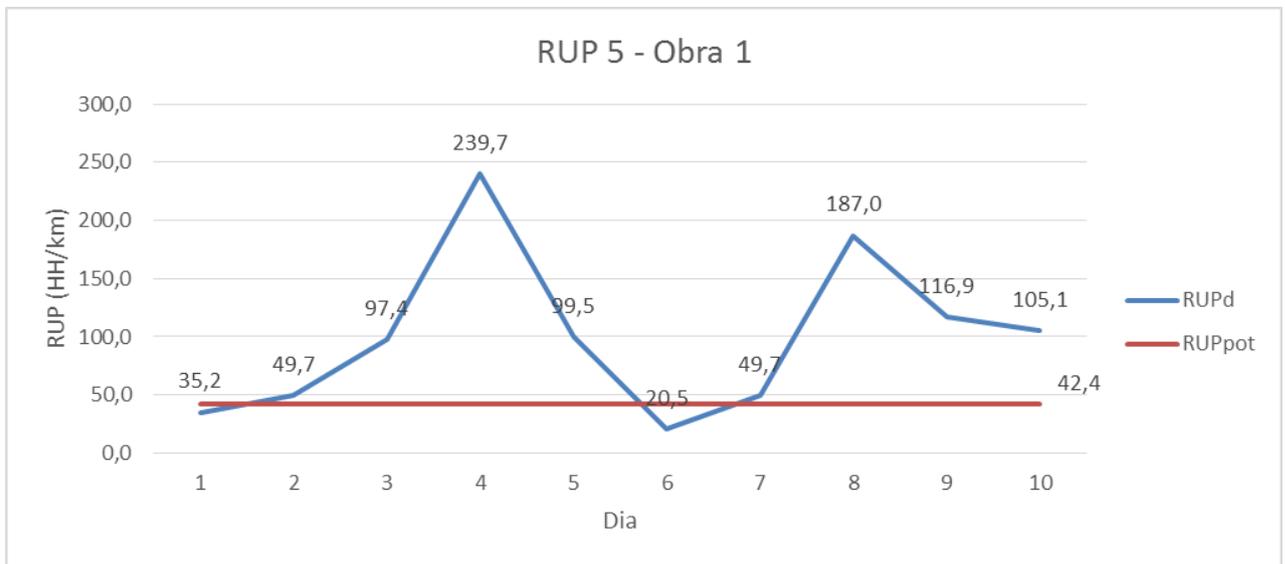
Desse modo a Obra 1 mostrou-se mais produtiva do que a Obra 2, com uma RUPpot cerca de 78 % menor. Isso também é mostrado nos indicadores tradicionalmente

acompanhados pela empresa, já que a média de aparelhamentos diárias da equipe da Obra 1 foi cerca de 2,5 vezes superior à média da Obra 2, mesmo com uma equipe menor (7 pessoas na Obra 1 e 10 pessoas na Obra 2).

4.2.5 Lançamento de cabo

A Obra 1 apresentou grande variação da RUPd referente a essa frente de serviço (CV =0,691). No entanto, as variações da Obra 2 foram ainda maiores (CV = 0,924). Isso ocorre por conta das distâncias entre duas estruturas de ancoragem subsequentes (tramos). Na Obra 1 os tramos variavam de 13,5 m a 2.700 m, aproximadamente, enquanto que na Obra 2 os tramos variavam de 26,5 m a 1.000 m, aproximadamente, conforme apresentado nas tabelas 7 e 8 abaixo.

Imagem 30: RUP lançamento de cabo – obra 1



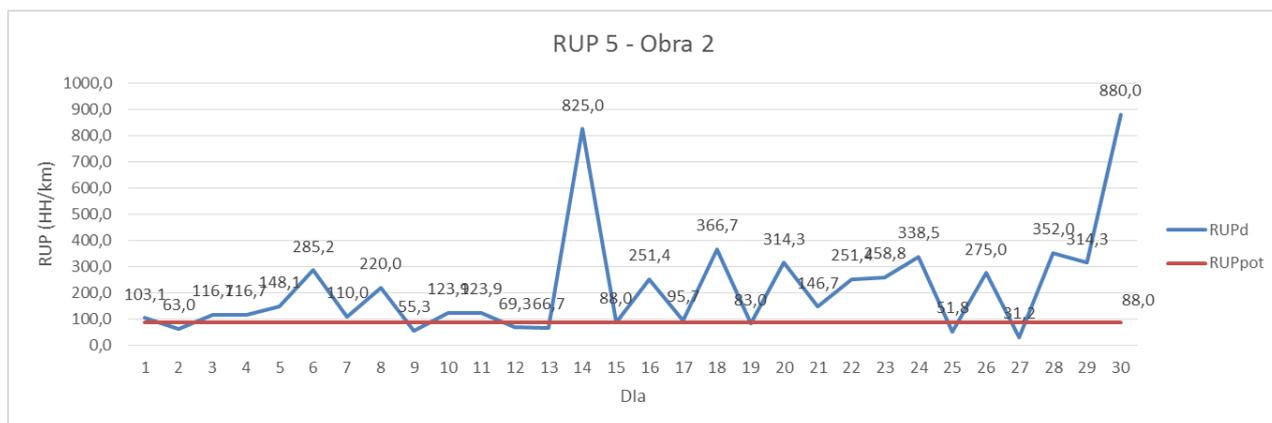
Fonte: Autor.

Tabela 8: Tramos da Obra 1

Obra 1							
Tramo	Ext. (m)	Tramo	Ext. (m)	Tramo	Ext. (m)	Tramo	Ext. (m)
1	506,10	8	943,97	15	1881,69	22	556,96
2	380,00	9	199,04	16	1421,39	23	1432,06
3	416,17	10	182,05	17	406,31	24	48,58

4	892,05	11	2664,94	18	1045,02	25	61,81
5	1879,95	12	135,76	19	367,64	26	13,51
6	961,83	13	360,00	20	1161,49		
7	390,00	14	2121,27	21	225,51		

Imagem 31: RUP lançamento de cabo – obra 2



Fonte: Autor.

Tabela 9: Tramos da Obra 2

Obra 2									
Tramo	Ext. (m)	Tramo	Ext. (m)	Tramo	Ext. (m)	Tramo	Ext. (m)	Tramo	Ext. (m)
1	64,48	10	138,74	19	118,02	28	134,87	37	142,79
2	1059,32	11	511,70	20	517,68	29	153,74	38	114,62
3	222,00	12	193,82	21	163,96	30	101,94	39	185,56
4	163,14	13	116,85	22	694,04	31	109,03	40	173,48
5	137,29	14	666,40	23	81,06	32	344,63	41	172,81
6	135,13	15	168,39	24	400,89	33	176,68	42	132,87
7	136,15	16	140,28	25	116,06	34	455,23		
8	324,32	17	133,99	26	119,98	35	122,09		
9	122,72	18	49,81	27	252,31	36	532,24		

Fonte: Autor.

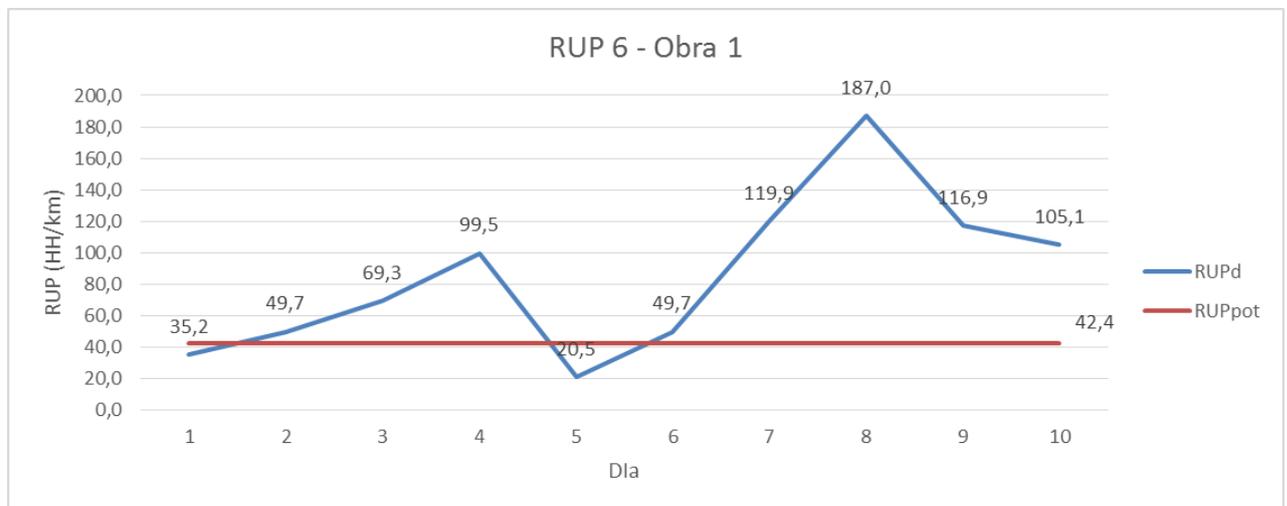
Como o lançamento de cabo é feito por tramo e a variação dos tramos é superior na Obra 2, essa variação é esperada.

Com relação a produtividade das equipes, a Obra 1 se mostrou bem mais produtiva do que a Obra 2, com um valor de RUPpot cerca 52 % menor. Isso também é demonstrado nos indicadores tradicionais visto que a eficácia da equipe baiana foi quase três vezes superior a equipe pernambucana.

4.2.6 Nivelamento de cabo

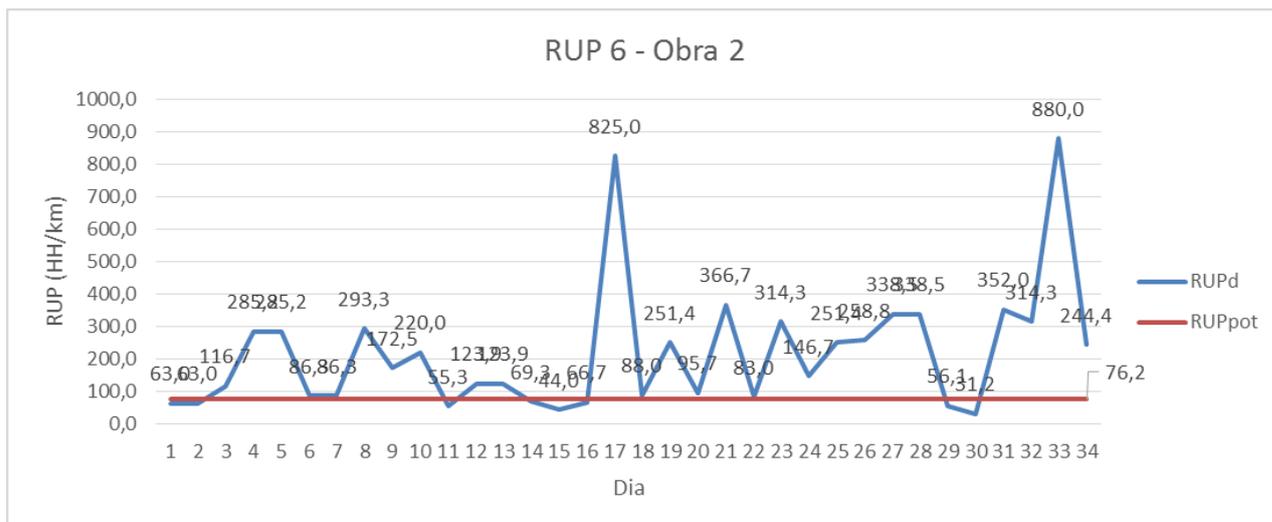
A produtividade desse serviço está intimamente ligada à produtividade da equipe de lançamento de cabo e são influenciadas pelos mesmos fatores. Por isso os resultados desses dois serviços são semelhantes ($CV_1 = 0,588$ e $CV_2 = 0,893$), embora haja uma variação menor das RUPd.

Imagem 32: RUP nivelamento de cabo – obra 1



Fonte: Autor.

Imagem 33: RUP nivelamento de cabo – obra 2



Fonte: Autor.

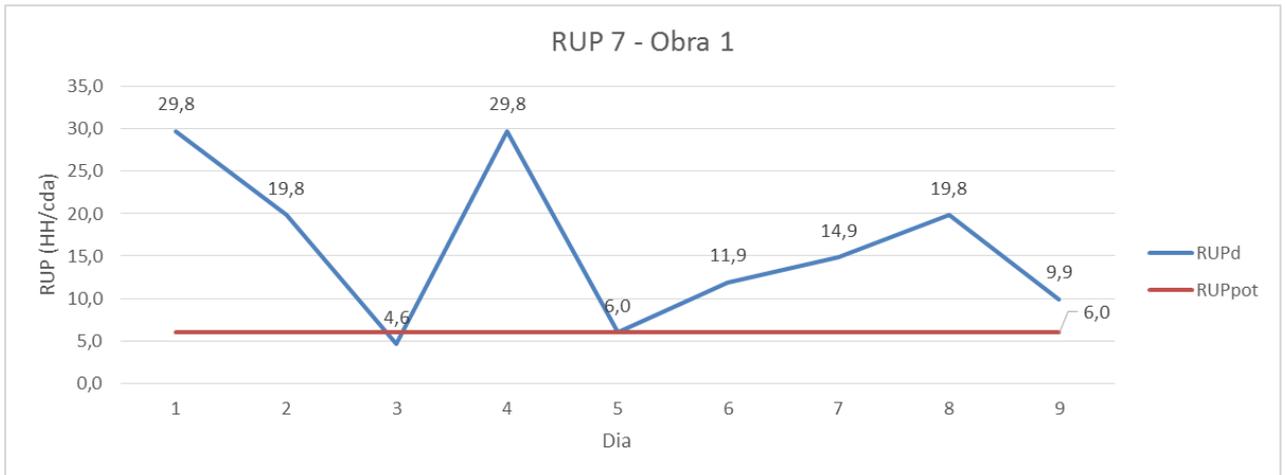
Vale ressaltar que os picos de improdutividade de cada obra ocorreram, em sua maioria, nos mesmos trechos que os picos de improdutividade da equipe de lançamento de cabo.

Essa diferença de produtividade entre as duas obras também fica evidente na análise a partir dos indicadores tradicionais, visto que a eficácia da equipe da Obra 1 foi cerca de duas vezes e meia a da equipe da Obra 2.

4.2.7 Grampeamento de estrutura

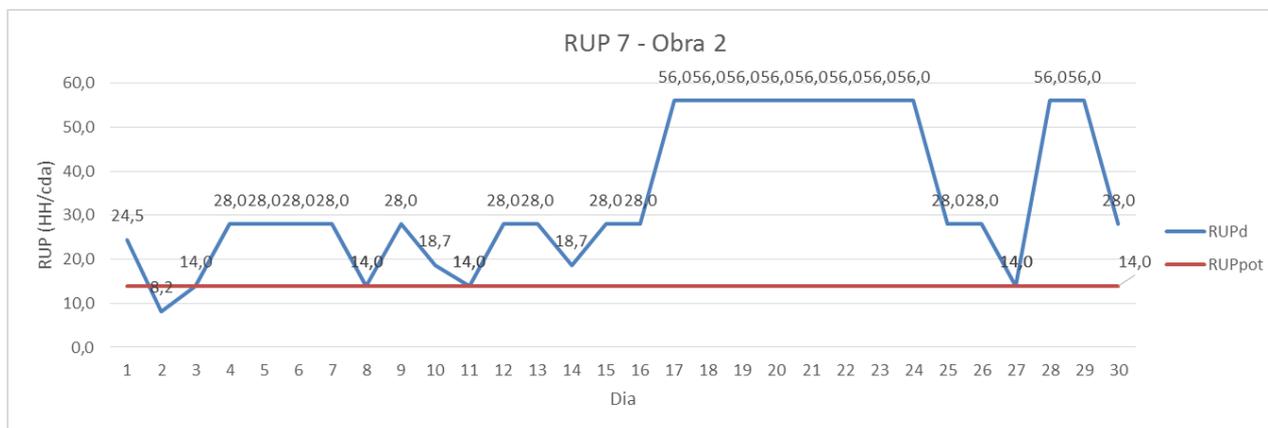
A Obra 1 mostrou-se ligeiramente mais produtiva do que a Obra 2 com relação ao serviço de grampeamento de estruturas, já que apresenta RUPpot cerca de 57 % menor. O mesmo ocorre quando analisamos as duas obras sob a ótica dos indicadores tradicionais, muito embora a análise a partir desses indicadores sugira uma diferença ainda maior entre as duas obras, pois a eficácia da Obra 1, no que diz respeito a esse serviço, é cerca de 2,6 vezes maior do que a da Obra 2.

Imagem 34: RUP grampeamento de estrutura – obra 1



Fonte: Autor.

Imagem 35: RUP grampeamento de estrutura – obra 2



Fonte: Autor.

5 CONCLUSÕES

Percebe-se que as duas obras analisadas são distintas em aspectos como: características do solo, facilidade de acesso, densidade da vegetação, padrão de estruturas, quantidade de ancoragens, extensão da linha, dentre outros.

Essas especificidades de cada empreendimento dificultam a análise e comparação entre elas, contudo, é notável que a Obra 2 foi mais eficiente no que diz respeito aos serviços anteriores ao lançamento dos cabos, mesmo com fatores que tendiam a prejudicar a produtividade das equipes ainda mais do que na Obra 1.

No que diz respeito aos indicadores em si, a análise a partir da RUP se mostrou mais eficiente no que diz respeito ao fornecimento de insumos para os gestores, visto que relaciona a quantidade de horas despendidas para a produção de determinada quantidade de serviço, enquanto que os indicadores tradicionalmente acompanhados pela empresa forneciam dados apenas sobre a eficácia das equipes.

Desse modo, conclui-se que os fatores que mais influenciam a produtividade das obras de linhas de transmissão, de modo geral, são relacionados a porcentagem de estruturas de ancoragem da linha, a dimensão dos tramos que e ao padrão das estruturas.

Além disso, constata-se também que a RUP pode ser facilmente utilizada para obras de linhas de transmissão e fornece informações valiosas para a gestão desse tipo de obra.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LEMES DE SOUSA, Ubiraci Espinelli. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra**. [S. l.]: Pini, 2006.

CARLOS, Thiago Brazeiro. **Análise Dinâmica de Torres Estaiadas de Linhas de Transmissão Submetidas à Ruptura de Cabo**. Orientador: João Kaminski Junior. 2015. 218 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

FILHO, Nilton dos Santos; GARCIA, Ricardo Wesley Salles. **Isoladores de Linhas de Transmissão do Sistema Elétrico Brasileiro - Parte II: Avaliação de Desempenho**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (SNPTEE), 2003, Uberlândia. Isoladores de Linhas de Transmissão do Sistema Elétrico Brasileiro - Parte II: Avaliação de Desempenho [...]. Uberlândia: [s. n.], 2003.

RANGEL, Rodrigo Kuntz; KIENITZ, Karl Heinz; BRANDÃO, Mauricio Pazini. Sistema de Inspeção de Linha de Transmissão de Energia Elétrica Utilizando Veículos Aéreos Não-Tripulados. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON AEROSPACE ENG. & APPLICATIONS, 2009, São José dos Campos. **Sistema de Inspeção de Linha de Transmissão de Energia Elétrica Utilizando Veículos Aéreos Não-Tripulados [...]**. São José dos Campos: [s. n.], 2009.

MENEZES, Victor Prangiel de. **Linhas de Transmissão de Energia Elétrica Aspectos Técnicos, Orçamentários e Construtivos**. Orientador: Antônio Carlos Siqueira de Lima. 2015. 87 p. Projeto de Graduação (Curso de Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de. **Método para a Proposição de Diretrizes para Melhoria da Produtividade da Mão-de-Obra na Produção de Armaduras**. Orientador: Ubiraci Espinelli Lemes de Souza. 2005. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FARIA, Priscila Marques Braga. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil - Estudo de Caso na Construção e Montagem de uma Linha de Transmissão de Energia Elétrica**. 2011. 99 p. Dissertação de Mestrado (Pós Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

PALIARI, José Carlos. **Método para Prognóstico da Produtividade da Mão-de-Obra e Consumo Unitário de Materiais: Sistemas Prediais Hidráulicos**. 2008. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

ROSA, Marcelino. **Linha de Transmissão: Critérios de Projetos e Definição do Tipo de Fundação**. Orientador: Gisleine Coelho de Campos. 2009. 82 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação do Curso de Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2009.

SOUZA, U. E. L. **Produtividade e custos dos sistemas de vedação vertical**. In:

SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, São Paulo, 1998. Anais. São Paulo, PCC/EPUSP. 1998. P237-48.

SOUZA, U. E. L. **Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimento com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos.** São Paulo, 2001. 280p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U. E. L. **Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil.** In: VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC): Modernidade e Sustentabilidade, Salvador, 2000. Anais. Salvador.

JUDY CABOS - <http://judycabos.com.br/produto/isolador-de-pino-polimerico-3415kv/>, acessado em 14 de outubro de 2019.

JUDY CABOS - <http://judycabos.com.br/produto/isolador-tipo-pilar-porcelana-cinza-line-post-35kv-r-pc/>, acessado em 14 de outubro de 2019.

JUDY CABOS - <http://judycabos.com.br/produto/isolador-de-suspensao-polimerico-35kv-r-pc/>, acessado em 14 de outubro de 2019.

WIKIPEDIA - [https://pt.wikipedia.org/wiki/Planalto_\(Bahia\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Planalto_(Bahia)) acessado em 04 de novembro de 2019.

WIKIPEDIA - https://pt.wikipedia.org/wiki/Barra_do_Cho%C3%A7a acessado em 04 de novembro de 2019.

WIKIPEDIA - <https://pt.wikipedia.org/wiki/Arcoverde> acessado em 04 de novembro de 2019..

APÊNDICE A – TABELAS DE RUPS

1. Obra 1

a. RUP 1 (abertura de faixa):

DIA	Qtd. de Serviço (km)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (km)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
24/04/2019	1,0	59,5	59,5	1,0	59,5	59,5	64,0
14/05/2019	0,5	59,5	128,5	1,5	119,0	81,3	
15/05/2019	0,6	59,5	98,8	2,1	178,5	86,4	
16/05/2019	0,2	59,5	330,6	2,2	238,0	106,0	
17/05/2019	1,2	59,5	51,3	3,4	297,5	87,4	
18/05/2019	0,4	59,5	152,6	3,8	357,0	94,1	
21/05/2019	0,2	59,5	330,6	4,0	416,5	104,8	
22/05/2019	0,5	59,5	124,7	4,5	476,0	106,9	
23/05/2019	0,2	59,5	297,5	4,7	535,5	115,1	
27/05/2019	0,3	59,5	175,0	5,0	595,0	119,2	
29/05/2019	0,9	59,5	67,6	5,9	654,5	111,5	
10/06/2019	0,2	59,5	330,6	6,1	714,0	118,0	
11/06/2019	1,7	59,5	34,2	7,8	773,5	99,3	
12/06/2019	0,4	59,5	148,8	8,2	833,0	101,7	
13/06/2019	0,6	59,5	104,4	8,8	892,5	101,9	
14/06/2019	0,7	59,5	81,5	9,5	952,0	100,3	
17/06/2019	0,9	59,5	64,0	10,4	1011,5	97,1	
19/06/2019	0,9	59,5	70,0	11,3	1071,0	95,0	
24/07/2019	0,2	59,5	313,2	11,5	1130,5	98,6	
25/07/2019	0,2	59,5	283,3	11,7	1190,0	102,0	
12/08/2019	0,1	59,5	661,1	11,8	1249,5	106,2	
14/08/2019	0,2	59,5	396,7	11,9	1309,0	109,9	
23/08/2019	1,4	59,5	41,9	13,3	1368,5	102,6	

b. RUP 2 (escavação):

DIA	Qtd. de Serviço (m³)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (m³)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
24/04/2019	12,0	17,0	1,4	12,0	17,0	1,4	0,7
25/04/2019	21,6	17,0	0,8	33,6	34,0	1,0	
26/04/2019	24,0	17,0	0,7	57,6	51,0	0,9	
29/04/2019	24,0	17,0	0,7	81,6	68,0	0,8	
30/04/2019	21,6	17,0	0,8	103,2	85,0	0,8	
02/05/2019	24,0	17,0	0,7	127,2	102,0	0,8	

03/05/2019	24,0	17,0	0,7	151,2	119,0	0,8
07/05/2019	12,0	17,0	1,4	163,2	136,0	0,8
08/05/2019	36,0	17,0	0,5	199,2	153,0	0,8
17/05/2019	24,0	17,0	0,7	223,2	170,0	0,8
27/05/2019	43,2	17,0	0,4	266,4	187,0	0,7
28/05/2019	25,6	17,0	0,7	292,0	204,0	0,7
05/06/2019	24,0	17,0	0,7	316,0	221,0	0,7
06/06/2019	43,2	17,0	0,4	359,2	238,0	0,7
12/06/2019	24,0	17,0	0,7	383,2	255,0	0,7
13/06/2019	24,0	17,0	0,7	407,2	272,0	0,7
14/06/2019	48,0	17,0	0,4	455,2	289,0	0,6
17/06/2019	24,0	17,0	0,7	479,2	306,0	0,6
19/06/2019	24,0	17,0	0,7	503,2	323,0	0,6
18/07/2019	43,2	17,0	0,4	546,4	340,0	0,6
22/07/2019	28,6	17,0	0,6	575,0	357,0	0,6
23/07/2019	39,8	17,0	0,4	614,9	374,0	0,6
24/07/2019	27,8	17,0	0,6	642,7	391,0	0,6
25/07/2019	27,8	17,0	0,6	670,5	408,0	0,6
06/08/2019	9,5	17,0	1,8	680,0	425,0	0,6
07/08/2019	9,5	17,0	1,8	689,5	442,0	0,6
08/08/2019	9,5	17,0	1,8	699,0	459,0	0,7
09/08/2019	9,5	17,0	1,8	708,5	476,0	0,7
13/08/2019	31,2	17,0	0,5	739,7	493,0	0,7
14/08/2019	12,0	17,0	1,4	751,7	510,0	0,7
22/08/2019	12,0	17,0	1,4	763,7	527,0	0,7
27/08/2019	12,0	17,0	1,4	775,7	544,0	0,7
29/08/2019	12,0	17,0	1,4	787,7	561,0	0,7

c. RUP 3 (implantação de postes):

DIA	Qtd. de Serviço (cda)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (cda)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
24/04/2019	2,0	68,0	34,0	2,0	68,0	34,0	22,7
25/04/2019	3,0	68,0	22,7	5,0	136,0	27,2	
26/04/2019	2,0	68,0	34,0	7,0	204,0	29,1	
29/04/2019	2,0	68,0	34,0	9,0	272,0	30,2	
30/04/2019	3,0	68,0	22,7	12,0	340,0	28,3	
17/05/2019	2,0	68,0	34,0	14,0	408,0	29,1	
18/05/2019	1,0	68,0	68,0	15,0	476,0	31,7	
21/05/2019	2,0	68,0	34,0	17,0	544,0	32,0	
22/05/2019	3,0	68,0	22,7	20,0	612,0	30,6	
23/05/2019	2,0	68,0	34,0	22,0	680,0	30,9	

27/05/2019	2,0	68,0	34,0	24,0	748,0	31,2
29/05/2019	3,0	68,0	22,7	27,0	816,0	30,2
30/05/2019	3,0	68,0	22,7	30,0	884,0	29,5
31/05/2019	2,0	68,0	34,0	32,0	952,0	29,8
03/06/2019	4,0	68,0	17,0	36,0	1020,0	28,3
04/06/2019	3,0	68,0	22,7	39,0	1088,0	27,9
05/06/2019	2,0	68,0	34,0	41,0	1156,0	28,2
06/06/2019	4,0	68,0	17,0	45,0	1224,0	27,2
07/06/2019	3,0	68,0	22,7	48,0	1292,0	26,9
11/06/2019	4,0	68,0	17,0	52,0	1360,0	26,2
12/06/2019	1,0	68,0	68,0	53,0	1428,0	26,9
13/06/2019	3,0	68,0	22,7	56,0	1496,0	26,7
14/06/2019	3,0	68,0	22,7	59,0	1564,0	26,5
17/06/2019	1,0	68,0	68,0	60,0	1632,0	27,2
19/06/2019	2,0	68,0	34,0	62,0	1700,0	27,4
27/06/2019	2,0	68,0	34,0	64,0	1768,0	27,6
18/07/2019	2,0	68,0	34,0	66,0	1836,0	27,8
19/07/2019	2,0	68,0	34,0	68,0	1904,0	28,0
22/07/2019	1,0	68,0	68,0	69,0	1972,0	28,6
23/07/2019	3,0	68,0	22,7	72,0	2040,0	28,3
24/07/2019	3,0	68,0	22,7	75,0	2108,0	28,1
25/07/2019	1,0	68,0	68,0	76,0	2176,0	28,6
29/07/2019	2,0	68,0	34,0	78,0	2244,0	28,8
01/08/2019	2,0	68,0	34,0	80,0	2312,0	28,9
12/08/2019	1,0	68,0	68,0	81,0	2380,0	29,4
13/08/2019	2,0	68,0	34,0	83,0	2448,0	29,5
14/08/2019	1,0	68,0	68,0	84,0	2516,0	30,0
20/08/2019	2,0	68,0	34,0	86,0	2584,0	30,0
22/08/2019	1,0	68,0	68,0	87,0	2652,0	30,5
23/08/2019	1,0	68,0	68,0	88,0	2720,0	30,9
28/08/2019	2,0	68,0	34,0	90,0	2788,0	31,0
29/08/2019	1,0	68,0	68,0	91,0	2856,0	31,4
30/08/2019	1,0	68,0	68,0	92,0	2924,0	31,8

d. RUP 4 (aparelhamento de estrutura):

DIA	Qtd. de Serviço (cda)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (cda)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
14/05/2019	5,0	59,5	11,9	5,0	59,5	11,9	5,4
15/05/2019	4,0	59,5	14,9	9,0	119,0	13,2	5,4
16/05/2019	3,0	59,5	19,8	12,0	178,5	14,9	5,4
20/05/2019	3,0	59,5	19,8	15,0	238,0	15,9	5,4

27/05/2019	3,0	59,5	19,8	18,0	297,5	16,5	5,4
12/06/2019	1,0	59,5	59,5	19,0	357,0	18,8	5,4
19/06/2019	6,0	59,5	9,9	25,0	416,5	16,7	5,4
27/06/2019	16,0	59,5	3,7	41,0	476,0	11,6	5,4
24/07/2019	10,0	59,5	6,0	51,0	535,5	10,5	5,4
29/07/2019	17,0	59,5	3,5	68,0	595,0	8,8	5,4
07/08/2019	3,0	59,5	19,8	71,0	654,5	9,2	5,4
08/08/2019	2,0	59,5	29,8	73,0	714,0	9,8	5,4
20/08/2019	11,0	59,5	5,4	84,0	773,5	9,2	5,4
21/08/2019	9,0	59,5	6,6	93,0	833,0	9,0	5,4
29/08/2019	1,0	59,5	59,5	94,0	892,5	9,5	5,4
31/08/2019	4,0	59,5	14,9	98,0	952,0	9,7	5,4

e. RUP 5 (lançamento de cabo):

DIA	Qtd. de Serviço (km)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (km)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
19/07/2019	2,7	93,5	35,2	2,7	93,5	35,2	42,4
25/07/2019	1,9	93,5	49,7	4,5	187,0	41,2	
29/07/2019	1,0	93,5	97,4	5,5	280,5	51,0	
30/07/2019	0,4	93,5	239,7	5,9	374,0	63,5	
01/08/2019	0,9	93,5	99,5	6,8	467,5	68,4	
06/08/2019	4,6	93,5	20,5	11,4	561,0	49,3	
12/08/2019	1,9	93,5	49,7	13,3	654,5	49,3	
26/08/2019	0,5	93,5	187,0	13,8	748,0	54,3	
29/08/2019	0,8	93,5	116,9	14,6	841,5	57,8	
30/08/2019	0,9	93,5	105,1	15,5	935,0	60,5	

f. RUP 6 (nivelamento de cabo):

DIA	Qtd. de Serviço (km)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (km)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
20/07/2019	2,7	93,5	35,2	2,7	93,5	35,2	42,4
26/07/2019	1,9	93,5	49,7	4,5	187,0	41,2	
30/07/2019	1,4	93,5	69,3	5,9	280,5	47,6	
02/08/2019	0,9	93,5	99,5	6,8	374,0	54,8	
07/08/2019	4,6	93,5	20,5	11,4	467,5	41,0	
14/08/2019	1,9	93,5	49,7	13,3	561,0	42,3	
22/08/2019	0,8	93,5	119,9	14,1	654,5	46,6	
26/08/2019	0,5	93,5	187,0	14,6	748,0	51,4	
29/08/2019	0,8	93,5	116,9	15,4	841,5	54,8	
30/08/2019	0,9	93,5	105,1	16,2	935,0	57,6	

g. RUP 7 (grampeamento de estrutura):

DIA	Qtd. de Serviço (est)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (est)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
22/07/2019	2,0	59,5	29,8	2,0	59,5	29,8	6,0
24/07/2019	3,0	59,5	19,8	5,0	119,0	23,8	
30/07/2019	13,0	59,5	4,6	18,0	178,5	9,9	
13/08/2019	2,0	59,5	29,8	20,0	238,0	11,9	
21/08/2019	10,0	59,5	6,0	30,0	297,5	9,9	
22/08/2019	5,0	59,5	11,9	35,0	357,0	10,2	
26/08/2019	4,0	59,5	14,9	39,0	416,5	10,7	
27/08/2019	3,0	59,5	19,8	42,0	476,0	11,3	
28/08/2019	6,0	59,5	9,9	48,0	535,5	11,2	

2. Obra 2

a. RUP 1 (abertura de faixa):

Data	Qtd. de Serviço (km)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (km)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
25/03/2019	1,0	56,0	57,7	1,0	56,0	57,7	44,8
26/03/2019	1,3	56,0	44,1	2,2	112,0	50,0	
27/03/2019	1,3	56,0	44,8	3,5	168,0	48,1	
28/03/2019	0,6	56,0	93,3	4,1	224,0	54,8	
29/03/2019	0,6	56,0	96,6	4,7	280,0	60,0	
30/03/2019	0,4	42,0	102,4	5,1	322,0	63,4	
01/04/2019	0,4	56,0	136,6	5,5	378,0	68,9	
02/04/2019	0,5	56,0	109,8	6,0	434,0	72,3	

b. RUP 2 (escavação):

DIA	Qtd. de Serviço (m³)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (m³)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
25/03/2019	70,4	16,0	0,2	70,4	16,0	0,2	0,3
26/03/2019	108,0	16,0	0,1	178,4	32,0	0,2	
27/03/2019	71,2	16,0	0,2	249,6	48,0	0,2	
28/03/2019	43,2	16,0	0,4	292,8	64,0	0,2	
29/03/2019	23,2	16,0	0,7	316,0	80,0	0,3	
01/04/2019	12,0	16,0	1,3	328,0	96,0	0,3	
02/04/2019	58,4	16,0	0,3	386,4	112,0	0,3	
03/04/2019	48,0	16,0	0,3	434,4	128,0	0,3	

04/04/2019	47,2	16,0	0,3	481,6	144,0	0,3
05/04/2019	24,0	16,0	0,7	505,6	160,0	0,3
06/04/2019	22,4	8,0	0,4	528,0	168,0	0,3
09/04/2019	11,2	16,0	1,4	539,2	184,0	0,3
10/04/2019	11,2	16,0	1,4	550,4	200,0	0,4
11/04/2019	65,6	16,0	0,2	616,0	216,0	0,4
12/04/2019	22,4	16,0	0,7	638,4	232,0	0,4
17/04/2019	22,4	16,0	0,7	660,8	248,0	0,4
18/04/2019	32,0	16,0	0,5	692,8	264,0	0,4
23/04/2019	12,0	16,0	1,3	704,8	280,0	0,4
24/04/2019	58,4	16,0	0,3	763,2	296,0	0,4
25/04/2019	24,0	16,0	0,7	787,2	312,0	0,4
26/04/2019	11,2	16,0	1,4	798,4	328,0	0,4
29/04/2019	25,6	16,0	0,6	824,0	344,0	0,4
03/05/2019	10,4	18,0	1,7	834,4	362,0	0,4
06/05/2019	10,4	18,0	1,7	844,8	380,0	0,4
07/05/2019	25,6	18,0	0,7	870,4	398,0	0,5
08/05/2019	24,8	18,0	0,7	895,2	416,0	0,5
09/05/2019	22,4	18,0	0,8	917,6	434,0	0,5
13/05/2019	24,8	18,0	0,7	942,4	452,0	0,5
14/05/2019	13,6	18,0	1,3	956,0	470,0	0,5
27/05/2019	33,6	18,0	0,5	989,6	488,0	0,5
28/05/2019	12,8	18,0	1,4	1002,4	506,0	0,5
29/05/2019	12,0	18,0	1,5	1014,4	524,0	0,5
04/06/2019	20,8	18,0	0,9	1035,2	542,0	0,5
26/08/2019	12,0	16,0	1,3	1047,2	558,0	0,5
27/08/2019	12,0	16,0	1,3	1059,2	574,0	0,5

c. RUP 3 (implantação de postes):

DIA	Qtd. de Serviço (postes)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (postes)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
25/03/2019	2,0	64,0	32,0	2,0	64,0	32,0	21,3
26/03/2019	3,0	64,0	21,3	5,0	128,0	25,6	
27/03/2019	3,0	64,0	21,3	8,0	192,0	24,0	
28/03/2019	4,0	64,0	16,0	12,0	256,0	21,3	
29/03/2019	3,0	64,0	21,3	15,0	320,0	21,3	
01/04/2019	3,0	64,0	21,3	18,0	384,0	21,3	
02/04/2019	4,0	64,0	16,0	22,0	448,0	20,4	
03/04/2019	3,0	64,0	21,3	25,0	512,0	20,5	
04/04/2019	3,0	64,0	21,3	28,0	576,0	20,6	
05/04/2019	4,0	64,0	16,0	32,0	640,0	20,0	

06/04/2019	2,0	32,0	16,0	34,0	672,0	19,8
08/04/2019	3,0	64,0	21,3	37,0	736,0	19,9
09/04/2019	2,0	64,0	32,0	39,0	800,0	20,5
10/04/2019	3,0	64,0	21,3	42,0	864,0	20,6
11/04/2019	3,0	64,0	21,3	45,0	928,0	20,6
12/04/2019	6,0	64,0	10,7	51,0	992,0	19,5
13/04/2019	2,0	32,0	16,0	53,0	1024,0	19,3
15/04/2019	2,0	64,0	32,0	55,0	1088,0	19,8
16/04/2019	2,0	64,0	32,0	57,0	1152,0	20,2
17/04/2019	3,0	64,0	21,3	60,0	1216,0	20,3
18/04/2019	3,0	64,0	21,3	63,0	1280,0	20,3
22/04/2019	3,0	64,0	21,3	66,0	1344,0	20,4
23/04/2019	1,0	64,0	64,0	67,0	1408,0	21,0
24/04/2019	1,0	64,0	64,0	68,0	1472,0	21,6
25/04/2019	3,0	64,0	21,3	71,0	1536,0	21,6
26/04/2019	2,0	64,0	32,0	73,0	1600,0	21,9
29/04/2019	1,0	64,0	64,0	74,0	1664,0	22,5
06/05/2019	2,0	72,0	36,0	76,0	1736,0	22,8
08/05/2019	1,0	72,0	72,0	77,0	1808,0	23,5
13/05/2019	2,0	72,0	36,0	79,0	1880,0	23,8
14/05/2019	3,0	72,0	24,0	82,0	1952,0	23,8
15/05/2019	1,0	72,0	72,0	83,0	2024,0	24,4
16/05/2019	3,0	72,0	24,0	86,0	2096,0	24,4
20/05/2019	2,0	72,0	36,0	88,0	2168,0	24,6
28/05/2019	2,0	72,0	36,0	90,0	2240,0	24,9
29/05/2019	2,0	72,0	36,0	92,0	2312,0	25,1
30/05/2019	2,0	72,0	36,0	94,0	2384,0	25,4
03/06/2019	2,0	72,0	36,0	96,0	2456,0	25,6
04/06/2019	1,0	72,0	72,0	97,0	2528,0	26,1
20/06/2019	2,0	56,0	28,0	99,0	2584,0	26,1
26/08/2019	1,0	64,0	64,0	100,0	2648,0	26,5

d. RUP 4 (aparelhamento de estruturas):

DIA	Qtd. de Serviço (est)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (est)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
30/03/2019	6,0	60,0	10,0	6,0	60,0	10,0	24,6
01/04/2019	4,0	80,0	20,0	10,0	140,0	14,0	
02/04/2019	8,0	80,0	10,0	18,0	220,0	12,2	
04/04/2019	1,0	80,0	80,0	19,0	300,0	15,8	
05/04/2019	1,0	80,0	80,0	20,0	380,0	19,0	
08/04/2019	2,0	80,0	40,0	22,0	460,0	20,9	

09/04/2019	1,0	80,0	80,0	23,0	540,0	23,5
10/04/2019	7,0	80,0	11,4	30,0	620,0	20,7
10/05/2019	3,0	90,0	30,0	33,0	710,0	21,5
13/05/2019	1,0	90,0	90,0	34,0	800,0	23,5
14/05/2019	4,0	90,0	22,5	38,0	890,0	23,4
15/05/2019	2,0	90,0	45,0	40,0	980,0	24,5
16/05/2019	3,0	90,0	30,0	43,0	1070,0	24,9
17/05/2019	6,0	90,0	15,0	49,0	1160,0	23,7
20/05/2019	1,0	90,0	90,0	50,0	1250,0	25,0
21/05/2019	1,0	90,0	90,0	51,0	1340,0	26,3
24/05/2019	1,0	90,0	90,0	52,0	1430,0	27,5
29/05/2019	1,0	90,0	90,0	53,0	1520,0	28,7
05/06/2019	1,0	90,0	90,0	54,0	1610,0	29,8
06/06/2019	2,0	90,0	45,0	56,0	1700,0	30,4
08/06/2019	2,0	55,0	27,5	58,0	1755,0	30,3
10/06/2019	2,0	55,0	27,5	60,0	1810,0	30,2
12/06/2019	1,0	55,0	55,0	61,0	1865,0	30,6
27/06/2019	1,0	80,0	80,0	62,0	1945,0	31,4
28/06/2019	1,0	80,0	80,0	63,0	2025,0	32,1
01/07/2019	2,0	80,0	40,0	65,0	2105,0	32,4
02/07/2019	2,0	80,0	40,0	67,0	2185,0	32,6
03/07/2019	2,0	80,0	40,0	69,0	2265,0	32,8
04/07/2019	3,0	80,0	26,7	72,0	2345,0	32,6
05/07/2019	3,0	80,0	26,7	75,0	2425,0	32,3
09/07/2019	1,0	80,0	80,0	76,0	2505,0	33,0
10/07/2019	2,0	80,0	40,0	78,0	2585,0	33,1
11/07/2019	2,0	80,0	40,0	80,0	2665,0	33,3
12/07/2019	2,0	80,0	40,0	82,0	2745,0	33,5
13/07/2019	1,0	40,0	40,0	83,0	2785,0	33,6
15/07/2019	2,0	80,0	40,0	85,0	2865,0	33,7
16/07/2019	2,0	80,0	40,0	87,0	2945,0	33,9
18/07/2019	1,0	80,0	80,0	88,0	3025,0	34,4

e. RUP 5 (lançamento de cabo):

DIA	Qtd. de Serviço (km)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (km)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
07/06/2019	1,0	99,0	103,1	1,0	99,0	103,1	88,0
11/06/2019	1,0	60,5	63,0	1,9	159,5	83,1	
14/06/2019	0,7	77,0	116,7	2,6	236,5	91,7	
17/06/2019	0,7	77,0	116,7	3,2	313,5	96,8	
18/06/2019	0,5	77,0	148,1	3,8	390,5	103,9	

20/06/2019	0,3	77,0	285,2	4,0	467,5	116,0
02/07/2019	0,8	88,0	110,0	4,8	555,5	115,0
09/07/2019	0,4	88,0	220,0	5,2	643,5	123,0
12/07/2019	1,6	88,0	55,3	6,8	731,5	107,3
16/07/2019	0,7	88,0	123,9	7,5	819,5	108,8
17/07/2019	0,7	88,0	123,9	8,2	907,5	110,1
18/07/2019	1,3	88,0	69,3	9,5	995,5	104,7
26/07/2019	1,3	88,0	66,7	10,8	1083,5	100,0
27/07/2019	0,1	82,5	825,0	10,9	1166,0	106,7
31/07/2019	1,0	88,0	88,0	11,9	1254,0	105,1
01/08/2019	0,4	88,0	251,4	12,3	1342,0	109,3
03/08/2019	0,9	88,0	95,7	13,2	1430,0	108,3
05/08/2019	0,2	88,0	366,7	13,4	1518,0	112,9
07/08/2019	1,1	88,0	83,0	14,5	1606,0	110,8
09/08/2019	0,3	88,0	314,3	14,8	1694,0	114,6
10/08/2019	0,6	88,0	146,7	15,4	1782,0	115,9
13/08/2019	0,4	88,0	251,4	15,7	1870,0	118,9
14/08/2019	0,3	88,0	258,8	16,1	1958,0	121,8
15/08/2019	0,3	88,0	338,5	16,3	2046,0	125,3
20/08/2019	1,7	88,0	51,8	18,0	2134,0	118,4
21/08/2019	0,3	88,0	275,0	18,4	2222,0	121,1
24/08/2019	1,4	44,0	31,2	19,8	2266,0	114,7
26/08/2019	0,3	88,0	352,0	20,0	2354,0	117,6
27/08/2019	0,3	88,0	314,3	20,3	2442,0	120,4
28/08/2019	0,1	88,0	880,0	20,4	2530,0	124,1

f. RUP 6 (nivelamento de cabo):

DIA	Qtd. de Serviço (km)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (km)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
08/06/2019	1,0	60,5	63,0	1,0	60,5	63,0	76,2
12/06/2019	1,0	60,5	63,0	1,9	121,0	63,0	
14/06/2019	0,7	77,0	116,7	2,6	198,0	76,7	
20/06/2019	0,3	77,0	285,2	2,9	275,0	96,5	
21/06/2019	0,3	77,0	285,2	3,1	352,0	112,8	
03/07/2019	1,0	88,0	86,3	4,1	440,0	106,3	
04/07/2019	1,0	88,0	86,3	5,2	528,0	102,3	
05/07/2019	0,3	88,0	293,3	5,5	616,0	112,8	
08/07/2019	0,5	88,0	172,5	6,0	704,0	117,9	
09/07/2019	0,4	88,0	220,0	6,4	792,0	124,3	
12/07/2019	1,6	88,0	55,3	8,0	880,0	110,6	
16/07/2019	0,7	88,0	123,9	8,7	968,0	111,6	

17/07/2019	0,7	88,0	123,9	9,4	1056,0	112,6
18/07/2019	1,3	88,0	69,3	10,7	1144,0	107,4
19/07/2019	2,0	88,0	44,0	12,7	1232,0	97,4
26/07/2019	1,3	88,0	66,7	14,0	1320,0	94,5
27/07/2019	0,1	82,5	825,0	14,1	1402,5	99,7
31/07/2019	1,0	88,0	88,0	15,1	1490,5	98,9
01/08/2019	0,4	88,0	251,4	15,4	1578,5	102,4
03/08/2019	0,9	88,0	95,7	16,3	1666,5	102,0
05/08/2019	0,2	88,0	366,7	16,6	1754,5	105,8
07/08/2019	1,1	88,0	83,0	17,6	1842,5	104,5
09/08/2019	0,3	88,0	314,3	17,9	1930,5	107,7
10/08/2019	0,6	88,0	146,7	18,5	2018,5	109,0
13/08/2019	0,4	88,0	251,4	18,9	2106,5	111,6
14/08/2019	0,3	88,0	258,8	19,2	2194,5	114,2
15/08/2019	0,3	88,0	338,5	19,5	2282,5	117,2
20/08/2019	0,3	88,0	338,5	19,7	2370,5	120,1
21/08/2019	1,6	88,0	56,1	21,3	2458,5	115,4
24/08/2019	1,4	44,0	31,2	22,7	2502,5	110,2
26/08/2019	0,3	88,0	352,0	23,0	2590,5	112,8
27/08/2019	0,3	88,0	314,3	23,2	2678,5	115,3
28/08/2019	0,1	88,0	880,0	23,3	2766,5	118,5
30/08/2019	0,4	88,0	244,4	23,7	2854,5	120,4

g. RUP 7 (grampeamento de estruturas):

DIA	Qtd. de Serviço (est)	HH diário	RUPd	Qtd. cumulativa (est)	HH cumulativa	RUPcum	RUPpot
17/06/2019	2,0	49,0	24,5	2,0	49,0	24,5	14,0
21/06/2019	6,0	49,0	8,2	8,0	98,0	12,3	
22/06/2019	2,0	28,0	14,0	10,0	126,0	12,6	
25/06/2019	2,0	56,0	28,0	12,0	182,0	15,2	
26/06/2019	2,0	56,0	28,0	14,0	238,0	17,0	
04/07/2019	2,0	56,0	28,0	16,0	294,0	18,4	
05/07/2019	2,0	56,0	28,0	18,0	350,0	19,4	
06/07/2019	2,0	28,0	14,0	20,0	378,0	18,9	
08/07/2019	2,0	56,0	28,0	22,0	434,0	19,7	
09/07/2019	3,0	56,0	18,7	25,0	490,0	19,6	
13/07/2019	2,0	28,0	14,0	27,0	518,0	19,2	
15/07/2019	2,0	56,0	28,0	29,0	574,0	19,8	
16/07/2019	2,0	56,0	28,0	31,0	630,0	20,3	
17/07/2019	3,0	56,0	18,7	34,0	686,0	20,2	
20/07/2019	1,0	28,0	28,0	35,0	714,0	20,4	

01/08/2019	2,0	56,0	28,0	37,0	770,0	20,8
05/08/2019	1,0	56,0	56,0	38,0	826,0	21,7
06/08/2019	1,0	56,0	56,0	39,0	882,0	22,6
07/08/2019	1,0	56,0	56,0	40,0	938,0	23,5
09/08/2019	1,0	56,0	56,0	41,0	994,0	24,2
10/08/2019	1,0	56,0	56,0	42,0	1050,0	25,0
12/08/2019	1,0	56,0	56,0	43,0	1106,0	25,7
13/08/2019	1,0	56,0	56,0	44,0	1162,0	26,4
14/08/2019	1,0	56,0	56,0	45,0	1218,0	27,1
15/08/2019	2,0	56,0	28,0	47,0	1274,0	27,1
23/08/2019	2,0	56,0	28,0	49,0	1330,0	27,1
24/08/2019	2,0	28,0	14,0	51,0	1358,0	26,6
26/08/2019	1,0	56,0	56,0	52,0	1414,0	27,2
28/08/2019	1,0	56,0	56,0	53,0	1470,0	27,7
30/08/2019	2,0	56,0	28,0	55,0	1526,0	27,7