

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

1. Critérios para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição Aérea

DIS.NOR-012

Critérios para Elaboração de Projetos de Rede de Distribuição Aérea Rev.01

DIS.NOR-013

Projeto de Rede de Distribuição Aérea Compacta Rev.03

DIS-NOR-014

Projeto de Rede de Distribuição Aérea Multiplexada de Baixa Tensão Rev.01

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

2. VIABILIDADE TÉCNICA

- a) Unidade consumidora com um ou mais transformadores cuja soma das potências seja superior a 200 kW e para cargas adicionais de 100 kW.
- b) Unidade consumidora com motor superior a 30 cv, independentemente da potência dos transformadores;
- c) Extensão de rede cuja soma das potências dos transformadores seja superior a 200 kVA, independentemente da tensão nominal;
- d) Extensão de rede superior a 10 km em 13,8 kV;
- e) Extensão de rede superior a 20 km em 34,5 kV;

Para os novos loteamentos quando a soma da potência dos transformadores superar 200 kVA.

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

3. CRITÉRIOS GERAIS

Tensão Nominal Celpe

Média tensão	13,8 kV
Baixa Tensão	380/220 V

Altura Postes

	Até 36,2 kV	Exclusiva BT
RUD	≥ 12 m	≥ 9 m *
RRD	≥ 11 m **	≥ 9 m *

*Em caso de expansão de rede de MT deverão ser projetado postes de 12m;

** Em postes com transformadores deverá ser previsto de 12m.

Observação: Postes com alturas superiores deverão ser instalados em caso de não atendimento a distância mínima de afastamento.

Condutores

Loteamentos Particulares

BT	Rede de Distribuição Aérea Multiplexada de Baixa Tensão
MT	Projeto de Rede de Distribuição Aérea Compacta

Crítérios Condutores:

- densidade e crescimento da carga;
- capacidade de transporte de energia.

Quadro 2 – Postes para Instalação de Transformadores

Potência do Transformador (kVA)	Esforço Mecânico do Poste (daN)
Até 112,5	12/400
Superior a 112,5	12/600

Aplicação para tangência, em final de linha fazer cálculo de esforço mecânico.

Postes 200/9 e 300/9 não são padronizados deverá ser usado poste 400/9.

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

4. CONDUTORES BT

Condutores rede BT	
Características	Cabos Multiplexados Fases (alumínio), Neutro (alumínio liga) Isolação XLPE (polietileno reticulado) Tensões 0,6/1 kV
Seção RUD	≥ 35 mm ²
Seção RRD	≥ 25 mm ²
Vão	≤ 40m *

Quadro 1 DIS-NOR-014

Formação (mm ²)	Capacidade de condução de corrente (A)
1x1x25+25	101
3x1x35+35	116
3x1x70+50	181
3x1x120+70	265

* Vãos máximos de 60m serão admitidos em redes rurais com baixa densidade demográfica;

Observação: 1x25+1x25 mm² aplicado exclusivamente em redes rurais;

Circuitos exclusivos de iluminação consultar normas associadas.

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

5. CONDUTORES BT

Condutores rede BT

Quadro 2 DIS-NOR-014

Potência do Transformador (kVA)	Tensão Secundária (V)	1º Vão da Rede Multiplexada (mm ²)	Ampacidade (A)
15	380/220	3x1x35+35	116
30			
45			
75			
112,5		3x1x70+50	181
	3x1x120+70	265	

- O primeiro vão na secundária transformador deverá seguir o Quadro 2, salvo a carga ligada ao mesmo justifique uma bitola menor;
- Os demais devem atender ao critério de queda de tensão.

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

6. CONDUTORES MT

Tabela 3 DIS-NOR-013

Condutores rede MT

Características	Cabos cobertos de alumínio com cobertura de XLPE (polietileno reticulado) Tensões 15 kV
Seção Sub-ramais	35 ou 70 mm ²
Vão exclusivo MT	≤ 80m (RUD) ≤ 100m (RRD)
Vão com rede de BT	≤ 40m *

Classe de Tensão (kV)	Seção Nominal (mm ²)	Capacidade de Corrente (A)
15	35	207
	70	312
	185	581
	240	691

6.6.5 O Dimensionamento dos condutores deve ser efetuado observando-se a queda de tensão máxima permitida, perdas e capacidade térmica dos condutores conforme a Tabela 3.

* Atender aos 40m caso haja rede de MT e BT.

Quadro 1 – Seção de Condutor por Tipo de Circuito

Tipo do circuito	Seção do condutor (mm ²)
Sub-ramais	35 ou 70
Ramais	70
Tronco	185
	240

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

7. TRANSFORMADORES

Transformadores de distribuição

Instalação	Tanto quanto possível no centro de carga
Queda de tensão	$\leq 3,6\%$
Potência	Em função da demanda máxima

6.5.3 Em casos de condomínios e loteamentos devem ser utilizados os critérios de carga constantes.

Tabela 8 DIS-NOR-012

Demanda Diversificada em kVA por Unidade Residencial

Quantidade	Neoenergia Nordeste			
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Mais de 40	0,23	0,91	1,61	3,29

Tabela 3 DIS-NOR-012

Unidade Consumidora	Descrição
A	Consumidores de baixa renda que possuem NIS – Número de Identificação Social.
B	Condomínios e villages com até dois quartos alimentados por redes aéreas
C	Condomínios e villages com três ou quatro quartos alimentados por redes aéreas ou subterrâneas.
D	Condomínios e villages com cinco ou mais quartos alimentados por redes aéreas ou subterrâneas.

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

8. TRANSFORMADORES

Transformadores de distribuição

RRD	Transformadores monofásicos 10 e 15 kVA, trifásico 30 kVA
RUD	≥ 45 kVA *

6.5.7 Ao longo de rede trifásica os transformadores monofásicos deverão ser exclusivos para atendimentos individuais;

6.5.8 Não devem ser instalados transformadores em postes com derivação primária;

6.5.9 Evitar instalação em postes em esquina;

6.5.12 Nenhuma carga deve ser instalada a mais de 500 m do transformador.

* exceto para ligações de circuitos de iluminação pública ou cargas isoladas.

Potência do Transformador (kVA)	Tensão Secundária (V)
15	380/220
30	
45	
75	
112,5	

6.5.15 Os transformadores de potência superiores a 112,5 kVA devem ser usados exclusivamente para atendimento a edificações de múltiplas unidades consumidoras e devem ser exclusivos a elas, de forma INDIVIDUAL.

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

10. ATERRAMENTO

Aterramento	
Haste	Aço cobreada 2.400 mm
Resistência	$0 \Omega \leq R \leq 20 \Omega$ (mais próximo de 0Ω possível)
Cabo	cabo de aço-cobreado 2 AWG ou cobre nu de 25 mm ²

Critérios Aterramento
Sistema multiaterrado com neutro contínuo (tanque do transformador, terminal bucha do neutro, cabo mensageiro, neutro da rede secundária);
Todos os transformadores de distribuição devem ser aterrados por 3 hastes;
Final de rede de distribuição;
Seccionamento;
Mudança de bitola;
A cada 300 m caso não haja aterramento no trecho;

- Cercas de material condutor deverão ser seccionadas e aterradas;
- Nas regiões com solo de resistência elevada de densidade maior que descargas 6 atmosféricas/km²/ano o aterramento dos para-raios deverá ser composto por 3 hastes espaçadas em 3m;
- O neutro deverá ser aterrado na origem das instalações dos consumidores;

* Aplicados à rede de BT e MT

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

11. DISTÂNCIA MÍNIMA E SEGURA

Quadro 7 DIS-NOR-012

Natureza do Terreno	$U \leq 1 \text{ kV}$	$1 < U \leq 36,2 \text{ kV}$
Área rural A (Exclusiva a Pedestre)	4.500 mm	5.500 mm
Área rural B (Trânsito de máquinas)	6.000 mm	6.000 mm
Rodovias	7.000 mm	7.000 mm
Ruas e avenidas	5.500 mm	6.000 mm
Entrada de prédios e demais locais de uso restrito a veículos	4.500 mm	6.000 mm
Ruas e vias exclusivas de pedestre	3.500 mm	5.500 mm
Ferrovias	6.000 mm	9.000 mm

6.10.7 A distância mínima em qualquer estrutura entre a rede primária de 15 kV e a rede secundária ou qualquer equipamento de baixa tensão é de 1 m.

A tabela mostra da distância mínima em relação ao solo

Quadro 8 – Distância entre Redes e Linhas de Transmissão (m)

Tensão (kV)	500	230	138	69	44	38	7,9 / 15
500	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01	6,01
230	6,01	3,31	3,31	3,31	3,31	3,31	3,31
138	6,01	3,31	2,39	2,39	2,39	2,39	2,39
69	6,01	3,31	2,39	2,00	2,00	2,00	2,00

A distância mínima entre uma rede de 13,8 kVA e 69 kVA é de 2m.

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

12. LOCAÇÃO DOS POSTES

6.16.1.3 O projetista deve optar por ruas ou avenidas bem definidas;

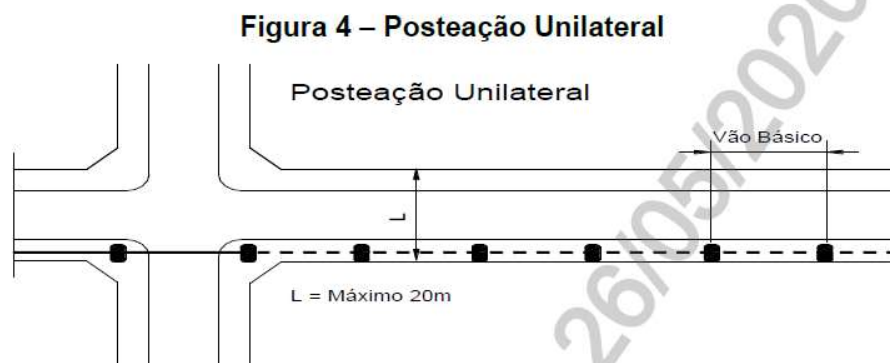
6.16.1.5 O traçado da rede deve seguir pelo lado não arborizado das ruas, se possível;

6.16.1.11 Evitar instalação em postes em esquina;

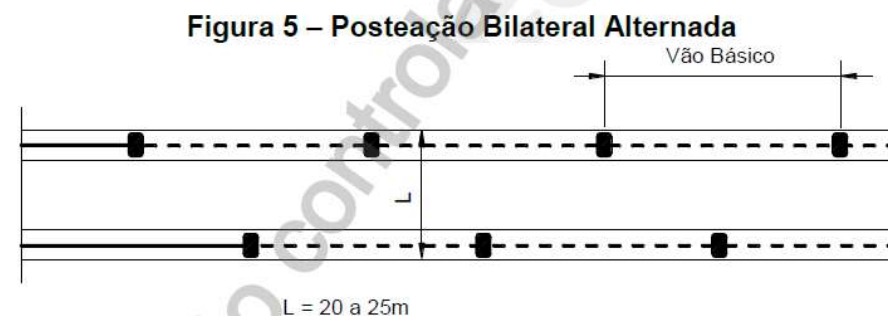
Evitar entradas de garagem;

Frente de marquises e sacadas;

Locais com elevada probabilidade de abalroamentos dos postes;



$L \leq 20$ m Posteação Unilateral



$20 \text{ m} \leq L \leq 25 \text{ m}$ Posteação Bilateral Alternada



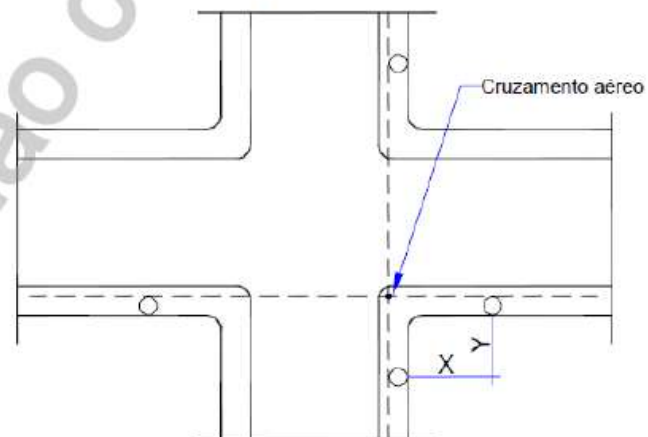
$L > 25$ m Posteação Bilateral Frontal

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

13. LOCAÇÃO DOS POSTES (ESQUINA)

Figura 7 – Distâncias dos Postes à Esquina em Cruzamentos Aéreos

6.16.1.17 Não instalar postes em esquinas, mesmo em ruas estreitas, **podendo usar um par de postes** próximos um do outro em substituição à implantação de um só no vértice da esquina.


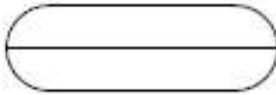









É permitido realizar "fly-tap" (cruzamento aéreo com conexão) **somente em redes compactas e multiplexadas de baixa tensão;**

As distâncias dos postes à esquina deve ser preferencialmente igual entre 6 e 15 m;

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

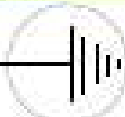


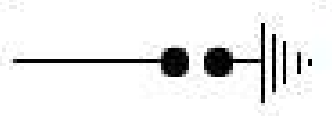
14. SIMBOLOGIA

Sinal	Significado	Observação
	A instalar	Este sinal circundando um símbolo ou número de identificação significa: "A instalar"
	A instalar	"A instalar" o símbolo ou número de identificação sobre o traço e "A reinstalar" o símbolo ou número de identificação sob o traço
	A reinstalar	
	A retirar	Este sinal cortando símbolo ou número de identificação significa: "A retirar"
	A remover	Este sinal unindo símbolo ou número de identificação significa: "A remover"
	Condutor existente	
	Condutor a instalar	
	Mudança de bitola ou seção	
	Rede secundária	
	Rede primária	

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

15. SIMBOLOGIA

Símbolo		Significado
A instalar	Existente	
		Concreto circular
		Concreto duplo T
		Poste de fibra de vidro

Símbolo		Significado
A instalar	Existente	
		Aterramento
		Para-raios

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

16. CONVENÇÃO CONDUTORES BT Rede Multiplexada Isolada

Tabela 31 – Cabos Pré-Reunido (multiplexado) de BT com Neutro Isolado

Seção nominal (mm ²)	Codificação
3 x 1 x 35 + 50	PB35
3 x 1 x 50 + 50	PB50
3 x 1 x 70 + 50	PB70
3 x 1 x 95 + 70	PB95
3 x 1 x 120 + 70	PB120

Exemplo: **PB35** - Três condutores-fase de alumínio isolado seção 35 mm² e condutor-neutro de alumínio-liga nu seção 50 mm².

Tabela 33 – Cabos de Alumínio Multiplexado para Ramal de Ligação em BT

Seção (mm ²)	Codificação
10	10
16	16
25	25

Tabela 34 – Tipos de Cabo Multiplexado

Letra	Tipo de cabo multiplexado
D	Duplex
T	Triplex
Q	Quadruplex

Exemplo: **A25T** - Cabo de alumínio multiplexado de seção 25 mm² Triplex.

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

17. CONVENÇÃO CONDUTORES MT Rede Protegida Compacta

Para a indicação dos condutores adotar a convenção a seguir:

- Número de condutores-fase;
- Tipo de condutor/cabo (alumínio CA, alumínio CAA, protegido etc);
- Bitola (AWG/MCM) ou seção (mm^2) das fases;
- Bitola (AWG/MCM) ou seção (mm^2) do neutro, quando aplicável;
- Bitola (AWG/MCM) do controle, quando aplicável;
- Tensão nominal da rede (somente para redes primárias).

Exemplo 1: 3xA50P – 13,8 kV- Três condutores-fase de alumínio coberto seção 50 mm^2 , tensão nominal de 13,8 kV.

Exemplo 2: 3xA50P (9,53) – 13,8 kV- rede protegida compacta com cabos de alumínio coberto 50 mm^2 e mensageiro de 9,53 mm (3/8”), tensão nominal 13,8 kV.

A quantidade de espaçadores ao longo do vão deverá estar indicada no respectivo vão, conforme ilustrado a seguir:

Tabela 24 – Materiais dos Condutores

Material	Codificação
Alumínio (CA)	A
Alumínio com alma de aço (CAA)	S
Cobre	C
Aço-zincado	Z
Aço-alumínio	W

Tabela 29 – Cabos de Alumínio Coberto

Seção (mm^2)	Codificação
35(*)	35P
50(*)	50P
70	70P
120	120P
185	185P
240(*)	240P

(*) – Somente para classe de tensão 15 kV.

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

18. CONVENÇÃO CONDUTORES MT Rede Protegida Compacta

8.5.14.1 Rede protegida compacta a instalar – exemplo



PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

19. ESTRUTURAS

Quadro 6 – Estruturas Padronizadas

Estrutura	Código	Aplicação
Estrutura 1	STBI	Redes trifásicas tangentes e ângulos $\alpha \leq 30^\circ$.
Estrutura 2	SMBI	Redes monofásicas tangentes e ângulos $\alpha \leq 30^\circ$.
Estrutura 3	FLABIT	Redes trifásicas com ângulos $30^\circ < \alpha \leq 60^\circ$, mudança de seção e alívio de tensão mecânica.
Estrutura 4	FLABIM	Redes monofásicas com ângulos $30^\circ < \alpha \leq 60^\circ$, mudança de seção e alívio de tensão mecânica.
Estrutura 5	FLABIDT	Redes trifásicas com ângulos $\alpha < 60^\circ$.
Estrutura 6	FLABIDM	Redes monofásicas com ângulos $\alpha < 60^\circ$.
Estrutura 7	FLBIT	Fim de linha de rede trifásica
Estrutura 8	FLBIM	Fim de linha de rede monofásica
Estrutura 9	FLBIT NI	Fim de linha rede trifásica com neutro interligado.
Estrutura 11	SDBIT	Estrutura para derivação de rede trifásica
Estrutura 12	SDBIM	Estrutura para derivação de rede monofásica
Estrutura 13	SDANI	Ancoragem dupla com neutros interligados
Estrutura 14	SAB	Seccionamento aéreo
Estrutura 15	CAB	Cruzamento aéreo multiplexado/multiplexado
Estrutura 16	IBI	Interligação nu/multiplexado
Estrutura 17	ATREXT	Aterramento: condutor externo.
Estrutura 18	ATRINT	Aterramento: condutor interno.
Estrutura 19	LCM	Ligação de consumidores com conectores perfurantes multiderivações
Estrutura 20	ITF-R	Estrutura de instalação de estribo de ligação de consumidor em final de rede trifásica
Estrutura 21	IT-R	Estrutura de instalação de estribo de ligação de consumidor em rede isolada trifásica

Quadro 7 – Estruturas Padronizadas

Estrutura	Código Atual	Estrutura Correspondente NE da NOR.DISTRIBU-ENGE-0040
Estrutura 1	STBI	IT-A
Estrutura 2	SMBI	IM-A
Estrutura 3	FLABIT	IT-2
Estrutura 4	FLABIM	IM-2
Estrutura 5	FLABIDT	IT-2
Estrutura 6	FLABIDM	IM-2
Estrutura 7	FLBIT	IT-1
Estrutura 8	FLBIM	IM-1
Estrutura 9	FLBIT NI	TCI-T
Estrutura 11	SDBIT	ITA-1
Estrutura 12	SDBIM	IMA-1
Estrutura 13	SDANI	-
Estrutura 14	SAB	-
Estrutura 15	CAB	-
Estrutura 16	IBI	TCI-T
Estrutura 17	ATREXT	I-ATR
Estrutura 18	ATRINT	I-ATR
Estrutura 19	LCM	-
Estrutura 20	ITF-R	ITF-R
Estrutura 21	IT-R	IT-R

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

20. ART/TRT

REDE DE DISTRIBUIÇÃO (ART)



15 ELABORAÇÃO

80 PROJETO

11 ELETROTÉCNICA

11.9 SISTEMA DE ENERGIA ELÉTRICA

11.9.12 DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO

11.9.12.1 - aérea urbana de energia elétrica;
11.9.12.2 - subterrânea urbana de energia elétrica;
11.9.12.3 - rural de energia elétrica

O CREA atualizou a as atividades técnicas, já temos um material sobre o assunto, em caso de dúvidas ou erros por parte do projetista **disponibilizar material de uso externo**, que está disponível no BRNEO.

REDE DE DISTRIBUIÇÃO (TRT)



01 DIRETA

05 SOMENTE PROJETO

50 – projeto e execução*

Projeto/Projeto e execução para Loteamentos – Atividade: 3145 (Primária) e 3146 (Secundária) - REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA;

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

21. Declaração de carga instalada e demanda prevista

Tabela 8 DIS-NOR-012

Demanda Diversificada em kVA por Unidade Residencial

Quantidade	Neoenergia Nordeste			
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Mais de 40	0,23	0,91	1,61	3,29

6.5.3 Em casos de condomínios e loteamentos devem ser utilizados os critérios de carga constantes.

Tabela 3 DIS-NOR-012

Unidade Consumidora	Descrição
A	Consumidores de baixa renda que possuem NIS – Número de Identificação Social.
B	Condomínios e villages com até dois quartos alimentados por redes aéreas
C	Condomínios e villages com três ou quatro quartos alimentados por redes aéreas ou subterrâneas.
D	Condomínios e villages com cinco ou mais quartos alimentados por redes aéreas ou subterrâneas.

Documentação:

Solicitar documentação emitida por órgão competente, que comprove que o loteamento atender a consumidores de baixa renda que possuem NIS.

* Projeção da demanda do circuito de iluminação.

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

22. Cálculo de Queda de Tensão na rede secundária

Foi elaborado um material por Anderson, e disponibilizado por e-mail para os projetistas.

ANEXO II DIS-NOR-012

Modelo para cálculo de queda de tensão

- Representação Gráfica do Circuito do Transformador ;
- Trecho (designação e extensão);
- Condutor projetado no trecho;
- Queda de tensão no trecho (%).

* O primeiro vão na secundária transformador deverá seguir o Quadro 2 DIS-NOR-012, **salvo a carga ligada ao mesmo justifique uma bitola menor.**

Documentação:

Disponibilizar documento ou anexo com cálculo de todos os trechos por área de transformador que **comprove que a queda de tensão é menor que 3,6%.**

Transformadores de distribuição

Instalação	Tanto quanto possível no centro de carga
Queda de tensão	$\leq 3,6\%$
Potência	Em função da demanda máxima

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

23. Cálculo mecânico dos postes de ângulo, fins de linha e travessias

DIS-NOR-013

6.12.1 O cálculo mecânico consiste na determinação dos **esforços resultantes que são aplicados nos postes** e na identificação dos meios necessários para absorver estes esforços.

6.12.3 O esforço resultante é obtido através da composição dos esforços dos condutores que atuam no poste em todas as direções, transferidos a 0,20 metros do topo do poste e pode ser calculado tanto pelo **método geométrico como pelo método analítico.**

Documentação:

Disponibilizar em anexo ou no memorial o cálculo mecânico dos **postes de ângulo, fins de linha e travessias.**

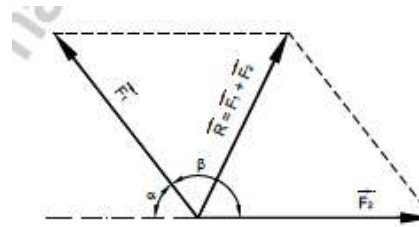


Figura 7 – Método Geométrico
 $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

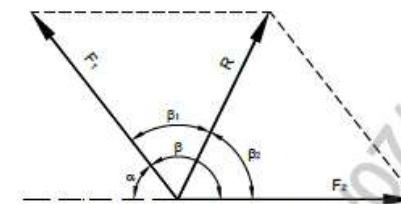


Figura 8 – Método Analítico

6.12.4 No método geométrico, sendo obtidas as trações dos condutores, estas são representadas por dois vetores em escala, de modo que suas origens coincidam, construindo um paralelogramo.

6.12.5 No método analítico, de posse das trações no poste e do ângulo formado pelos condutores dos circuitos, tem-se:

A resultante R pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cdot \cos\beta}$$

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

24. Checklist



CHECKLIST DOCUMENTAÇÃO	
1.	Arquivo digital do projeto em CAD e PDF;
2.	Memorial descritivo com especificações técnicas do projeto;
3.	Diagrama unifilar;
4.	Assinatura do engenheiro eletricista responsável pelo projeto. Todas as páginas do projeto, inclusive plantas, memorial descritivo e demais anexos deve ser assinado pelo responsável técnico;
5.	ART/TRT quitada, com as atividades referentes ao projeto;
6.	Cálculo de queda de tensão na rede secundária por transformador, (conforme orientação do normativo);
7.	Cálculo mecânico dos postes de ângulo, fins de linha e travessias, (conforme orientação do normativo);
8.	Declaração de carga instalada e demanda prevista;
9.	Planta de situação e desenhos de projeto, georeferenciados, escala 1:1000, identificando a localização da obra e o ponto de entrega pretendido, incluindo nome das ruas adjacentes, ponto de referência, identificação, com coordenadas geográficas, do poste da Distribuidora (Roterização);

PROJETO REDE DE DISTRIBUIÇÃO

25. Checklist



CHECKLIST DOCUMENTAÇÃO	
10.	Autorização de passagem (onde aplicável);
11.	Licença ou autorização de órgão competente quando o traçado da linha envolver: IPAC, IPHAN, INEMA, IBAMA, CRA, DNER, SIT, DNIT, Rede Ferroviária, Ministério da Aeronáutica ou Ministério da Marinha; (Licença Ambiental)
12.	Projeto planialtimétrico das redes de média tensão localizadas em área rural, com extensão superior a 1000 m, quando aplicável;
13.	Autorização de órgão competente quando a unidade consumidora estiver em áreas de APP ou nas faixas de servidão ou não edificantes das vias (SIT, DNIT, Rede Ferroviária, Ministério da Aeronáutica ou Ministério da Marinha);
14.	Outorga ou dispensa do Instituto das Águas do estado quando se tratar de atendimento à empreendimento que possua captação de água (quer por captação direta ou por perfuração), para irrigação, (quando aplicável);