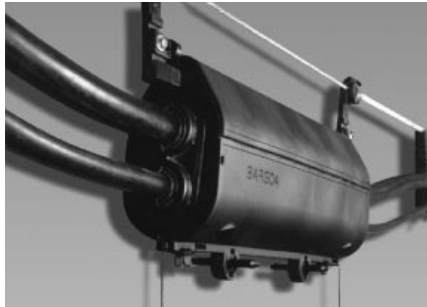
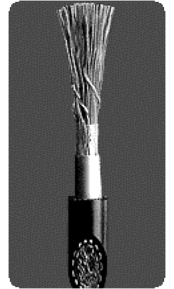
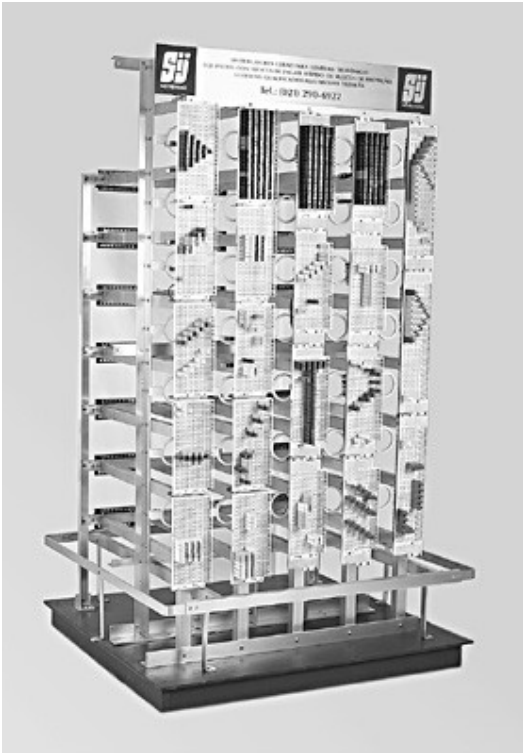


INSTITUTO FEDERAL  
SANTA CATARINA



# Rede Externa Telefonia Fixa

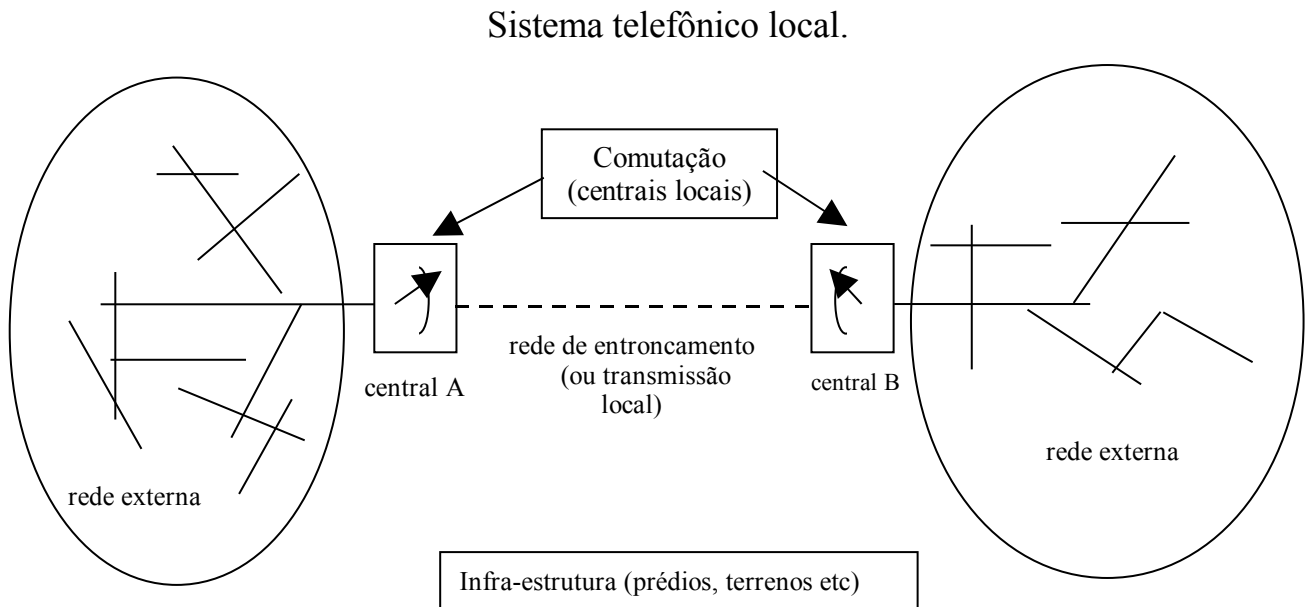
## REDES TELEFÔNICAS

### ÍNDICE

1) Introdução.....	3
2) Subdivisão e Componentes da Rede Externa.....	4
3) Tipos de Redes Externas.....	6
4) Projeto de Rede Telefônica Externa.....	7
4.1) Estudo de Demanda ou Atualização.....	7
4.2) Atualização do Mapa Chave (MC).....	10
4.3) Projeto da Rede Secundária.....	12
4.4) Projeto da Rede Primária.....	17
4.5) Observações Quanto a Projetos de Redes Externas.....	22
5) Armários de Distribuição.....	23
5.1) Armários Metálicos.....	23
5.2) Armários de Fibra Óptica.....	25
5.3) Simbologia para Armários Digitais.....	25
6) Plano de Transmissão e Equivalente de Referência.....	26
6.1) Equivalente de Referência da Rede de Assinante.....	27
7) Cálculo de Atenuação nas Redes Telefônicas.....	27
8) Cálculo da Resistência de Enlace.....	29
8.1) Equipamentos de Tratamento de Enlace.....	31
9) Cabos Utilizados na Rede Externa.....	31
9.1) Cabos Metálicos.....	32
9.2) Formação dos Cabos.....	37
9.3) Diâmetros e Capacidades de Pares.....	40
9.4) Teste de Identificação e Continuidade de Pares para Aceitação de Cabos.....	41

## 1) Introdução

Um sistema de telefonia pode ser subdividido, para efeito de estudos, em quatro grandes áreas: Rede Externa, Comutação, Transmissão e Infra-Estrutura.



A **rede externa** é formada pelo conjunto de cabos, incluindo cabos de entrada em edifícios, fios de distribuição externa e equipamentos acessórios externos às centrais telefônicas, destinados a interligar os telefones às centrais, bem como estas entre si.

A **comutação** corresponde ao conjunto de equipamentos destinados a interligar temporariamente duas linhas telefônicas.

A **transmissão** corresponde ao conjunto de equipamentos destinado a controlar o tráfego entre as centrais telefônicas.

A **infra estrutura** é composta pelos prédios, terrenos, redes de energia CA e CC etc.

Neste capítulo abordaremos alguns aspectos da rede externa da telefonia a qual no início da telefonia, em função do pequeno número de assinantes e o pouco desenvolvimento tecnológico da época, era composta por um par de fios específico para cada ligação entre dois assinantes. Esta configuração de rede é conhecida como rede de malha e apresenta as seguintes desvantagens:

- grande quantidade de fios;
- falta de privacidade nas conversações - como cada telefone estava conectado a todos os outros o tempo todo, a conversa entre dois usuários do sistema podia ser escutada por qualquer outro que assim o desejasse;
- dificuldade de manutenção.

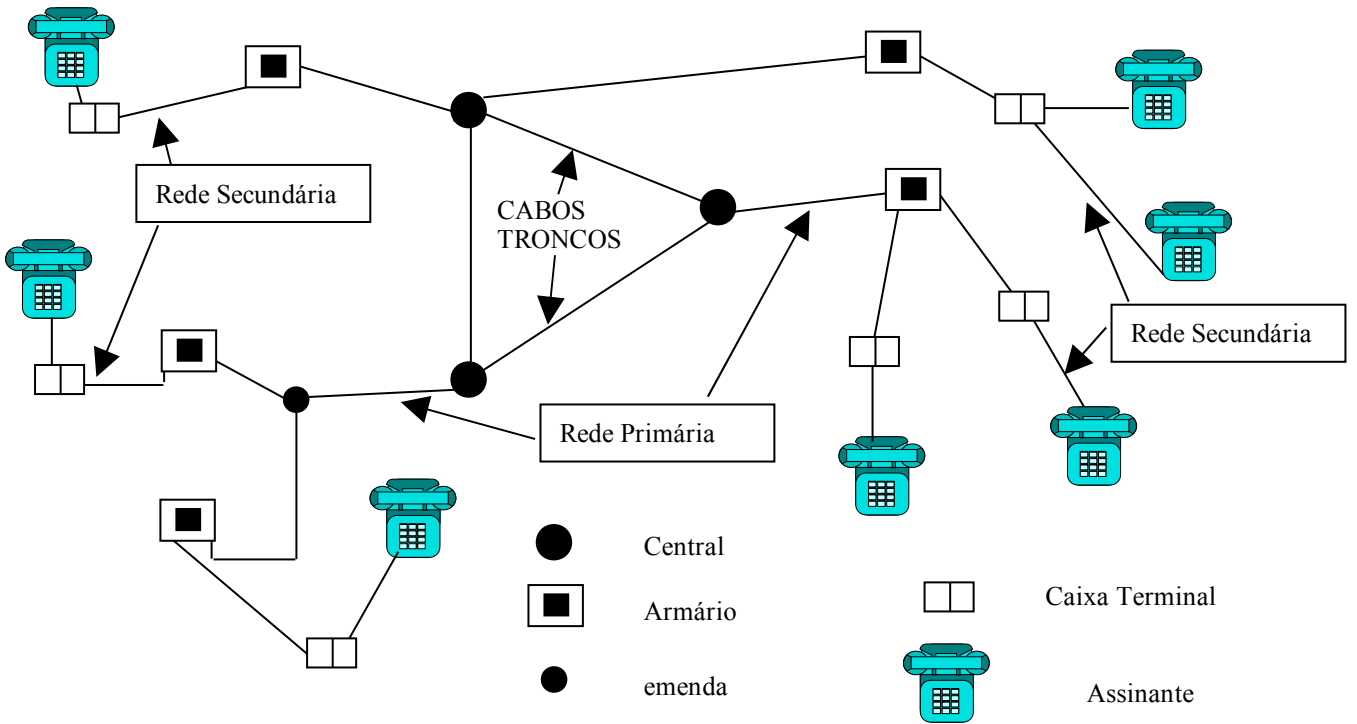
Com o passar do tempo e o conseqüente aumento do número de assinantes do sistema telefônico, uma outra alternativa para a configuração da rede foi implementada, a rede radial. Nesta rede, cada assinante é ligado a uma central telefônica por um único par de fios, sendo que na central é realizado a interconexão (comutação) entre os diversos assinantes. No início a comutação era realizada de forma manual, posteriormente passou a ser realizada automaticamente.

Outro ponto importante no desenvolvimento das redes telefônicas foi a utilização de cabos. Com vários pares de fios telefônicos, os cabos facilitaram a instalação e manutenção da rede.

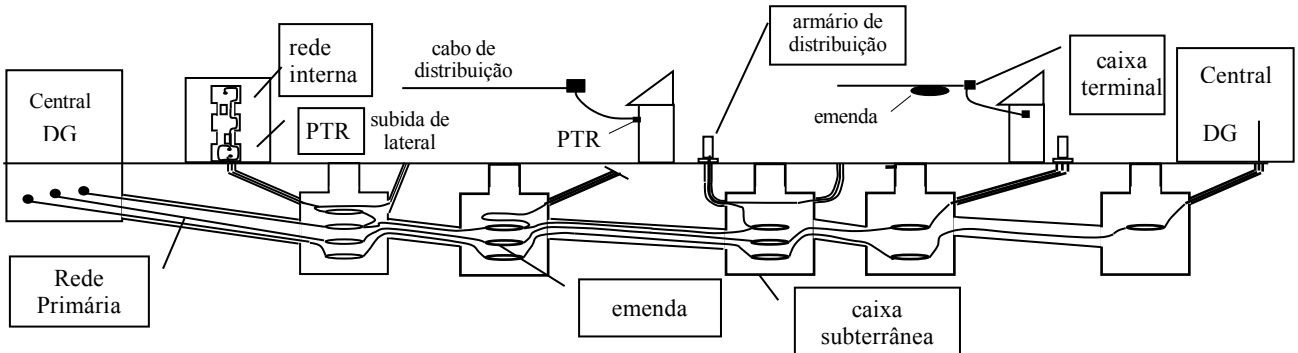
## 2) Subdivisão e Componentes da Rede Externa.

A rede externa pode ser subdividida nas seguintes partes:

- **Rede de Cabos Troncos:** Trecho da rede que interliga centrais telefônicas.
- **Distribuidor Geral (DG):** Local onde os pares de fios que saem da central são conectados nos pares dos cabos externos. É um armário metálico. De um lado são fixados blocos dispostos em orientação vertical, onde são conectados os terminais dos pares da rede com suas respectivas proteções. Do outro lado, dispostos em orientação horizontal, existem terminais que interligam os pares de fios à central, ao equipamento de comutação.
- **Rede Primária:** Trecho da rede de cabos entre o distribuidor geral e os armários de distribuição (rede alimentadora).
- **Armários de distribuição:** Local onde é realizada a conexão entre os cabos da rede primária com os cabos da rede secundária.
- **Rede Secundária:** Trecho de rede de cabos entre os armários de distribuição e as caixas terminais (rede de distribuição).
- **Caixas Terminais:** Ponto da rede que conecta os cabos da rede secundária com fios externos (FE) dos assinantes.
- **PTR:** Ponto de transição entre rede externa e rede interna.



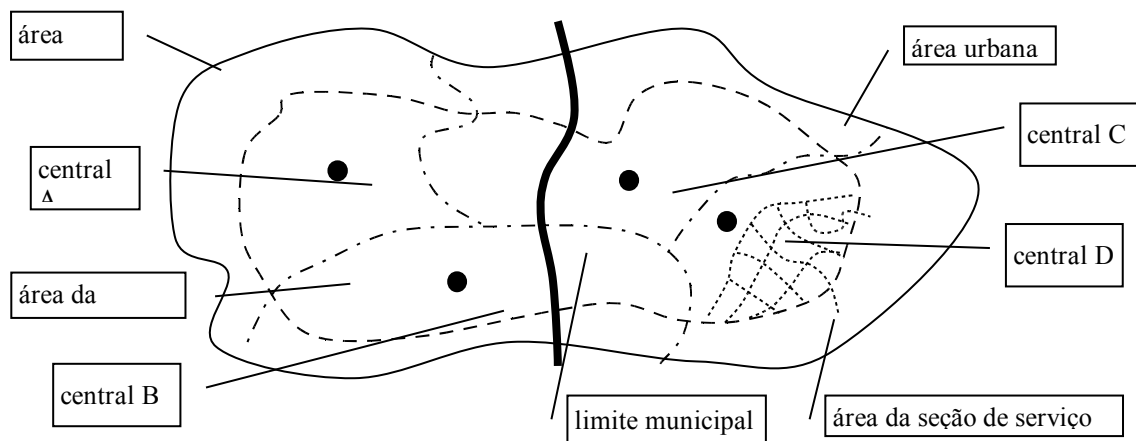
Componentes e subdivisão da rede externa



Esquema mostrando alguns componentes de uma rede externa

Além desta subdivisão outros conceitos estão diretamente envolvidos com o estudo de redes externas:

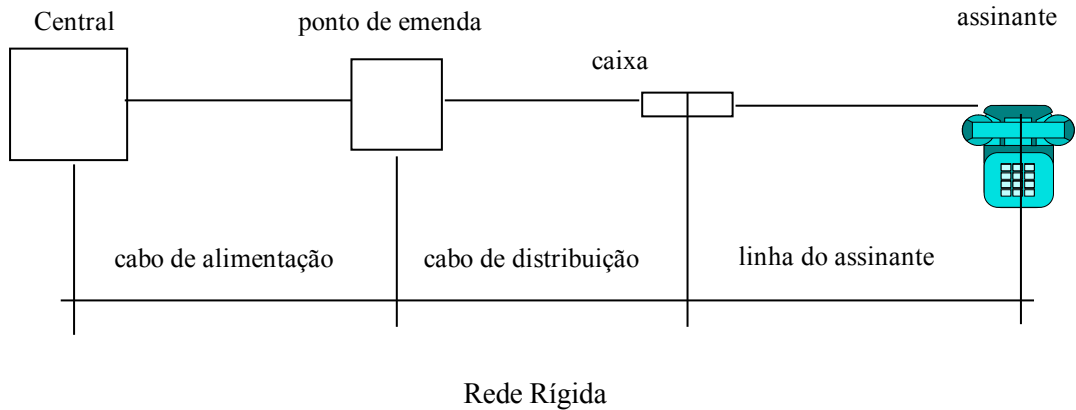
- **Rede Interna** - Instalações no interior de edifícios, com a finalidade de permitir a ligação de equipamentos de telecomunicações à rede externa.
- **Área Local** - Espaço geográfico fixado em função de critérios técnicos, independente da divisão político-geográfica, atendido pelo conjunto de áreas de centrais e respectivas redes de cabos troncos e de assinantes.
- **Área da Central** - Área geográfica atendida por uma central telefônica e sua respectiva rede de cabos.
- **Centro de Fios** - Ponto ideal para localização de uma central telefônica ou de outros equipamentos (armários, concentradores, etc) que permitam a conexão dos assinantes com os menores custos e distâncias.
- **Seção de Serviço (SS)** - É a "célula" básica, mínima, das áreas de atendimento e corresponde a região geográfica atendida pela rede secundária de um armário ou ponto de distribuição.



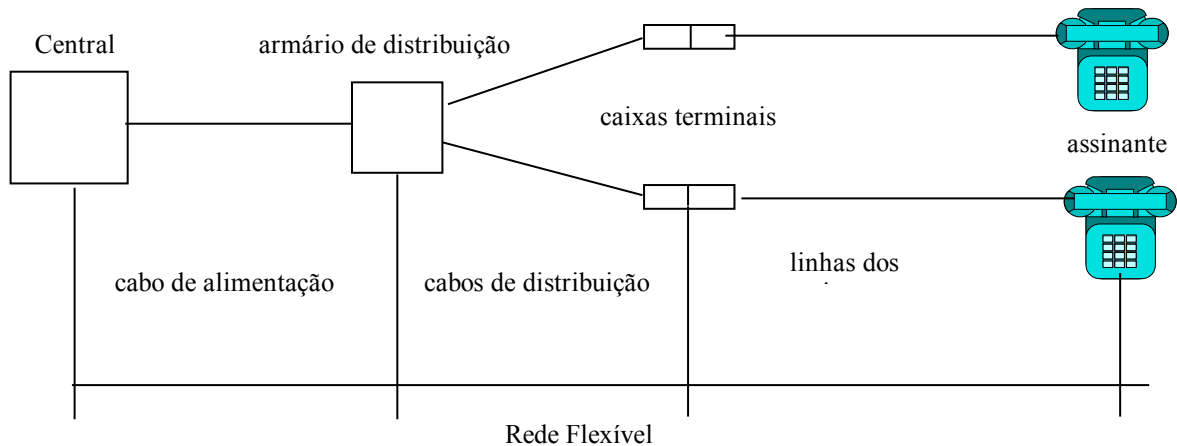
### 3) Tipos de Redes Externas

Existem dois tipos básicos de redes externas:

- a) **Rede Rígida** - É aquela em que a cada par ligado a uma caixa terminal, corresponde um único par nos cabos alimentadores e no distribuidor geral da central. Isto é, este tipo de rede não apresenta armários, o cabo sai da central e vai direto para as caixas terminais sendo conectado aos pares dos assinantes. Este tipo de rede não permite mobilidade dos pares.



b) Rede Flexível - É aquela em que, a todo par ligado a uma caixa terminal, pode ser conectado, em um ponto de sub-repartição (armário de distribuição), um par qualquer entre a sub-repartição e a central.



#### 4) Projeto de Rede Telefônica Externa

A realização de um projeto de rede telefônica pode ser dividida nas seguintes etapas:

##### 4.1) Estudo de Demanda ou Atualização

Nesta etapa é realizada a reunião dos documentos necessários para realização de um ante-projeto da rede telefônica. Nos casos de ampliações de redes, toda a documentação da rede já instalada deve ser analisada. Ao mesmo tempo, deve ser realizado um estudo da demanda a ser atendida e análise das mudanças urbanísticas ocorridas na região que será atendida (novas ruas, mudanças de legislação urbana, redes de água, esgoto, eletricidade e de outros serviços de telecomunicações).

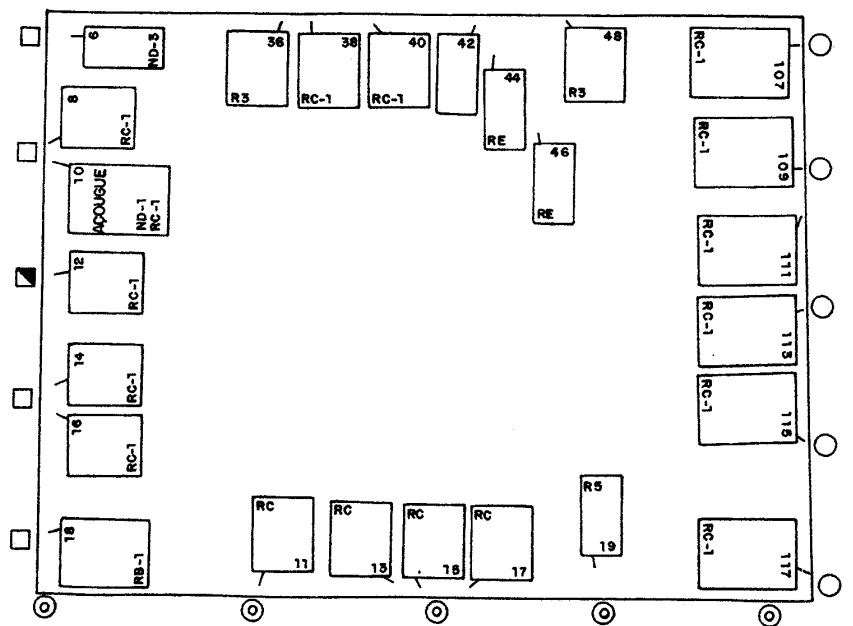
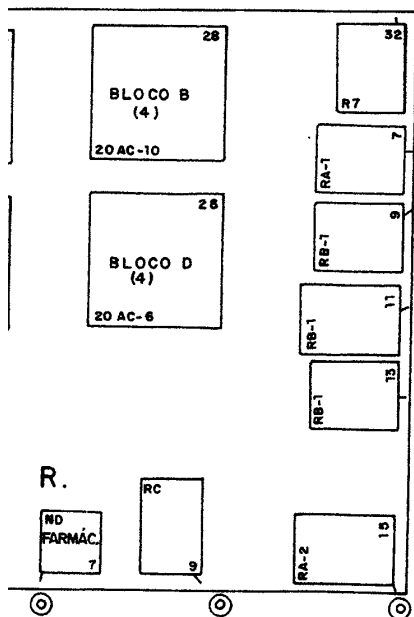
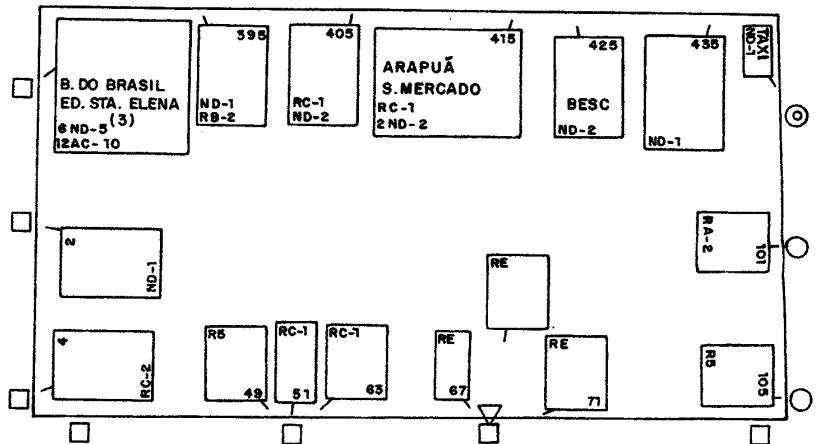
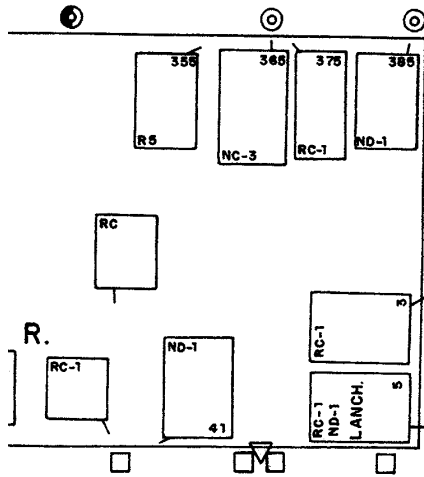
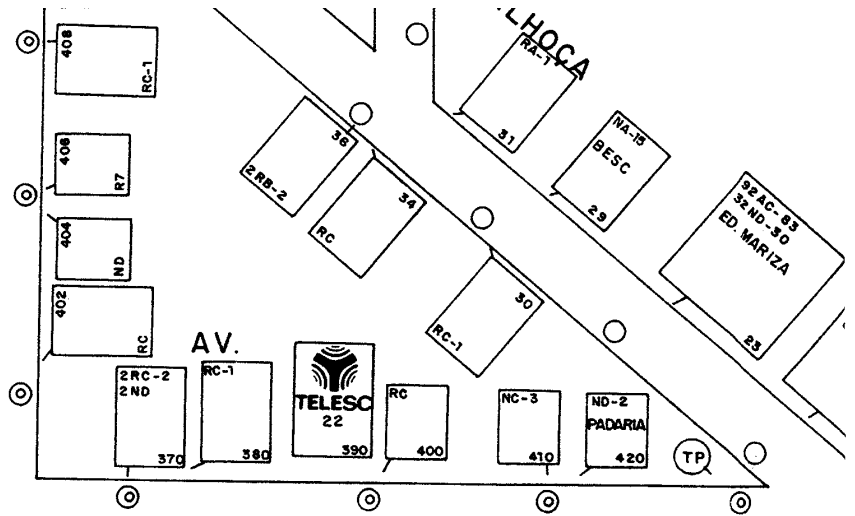
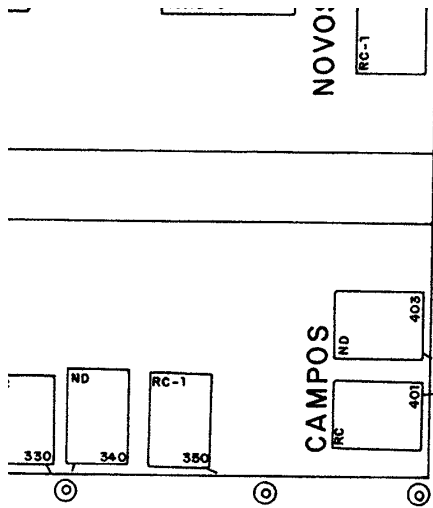
Quando o projeto é de uma nova rede realiza-se o estudo de demanda e a caracterização do traçado urbanístico da região.

O levantamento de demanda é realizado através da verificação em campo dos imóveis existentes, verificando a finalidade do imóvel (residencial, comercial ou industrial) e o padrão do mesmo. Partindo destes dados e utilizando cálculos estatísticos, obtém-se a

demanda para a nova rede. Deve-se estar atento também a futuros empreendimentos previstos para o local.

A previsão de demanda não consta apenas de um número total de assinantes, mas sim do número de assinantes e a forma como estes estão distribuídos na área a ser atendida pela rede. Tais dados são apresentados em plantas cadastrais, como indica o exemplo seguinte.





□ planta cadastral

## Simbologia de planta cadastral

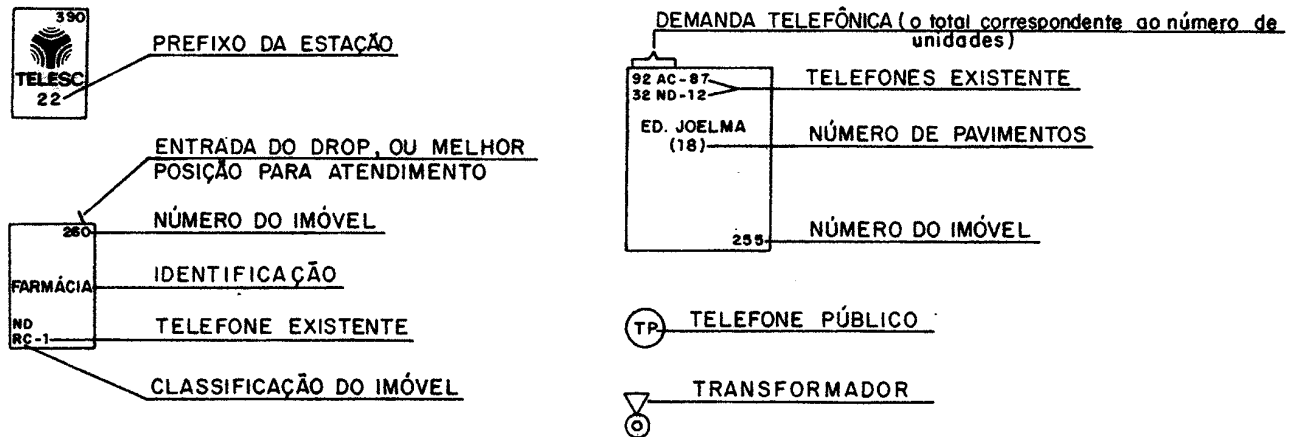


Tabela para classificação dos imóveis cadastrados

Mercado residencial		
RA	AA	2
RB	AB	1,5
RC	AC	1
RD	AD	0

Mercado comercial		
NA	SA	>15
NB	SB	5 - 15
NC	SC	2 - 5
ND	SD	1 - 2
NE	SE	0

### Legenda

- RA – “R” residência, “A” classificação  
 AA – “A” apartamento, “A” classificação.  
 NA – “N” negócio, “A” classificação.  
 SA – “S” sala, “A” classificação

## POSTES

- ▣ - MADEIRA SECÇÃO QUADRADA
- ⊙ - CONCRETO SECÇÃO CIRCULAR
- ⊙ - AÇO SECÇÃO CIRCULAR
- - MADEIRA SECÇÃO CIRCULAR
- ⊕ - CONCRETO TELESC
- ⊕ - MADEIRA TELESC
- - CONCRETO SECÇÃO QUADRADA
- ⊕ - FERRO OU CONCRETO ORNAMENTAL
- - DE TRILHO
- ⊕ ▣ - COM ATERRAMENTO DA CELESC
- ⊕ - TELESC SECÇÃO QUADRADA
- - DE TRILHO

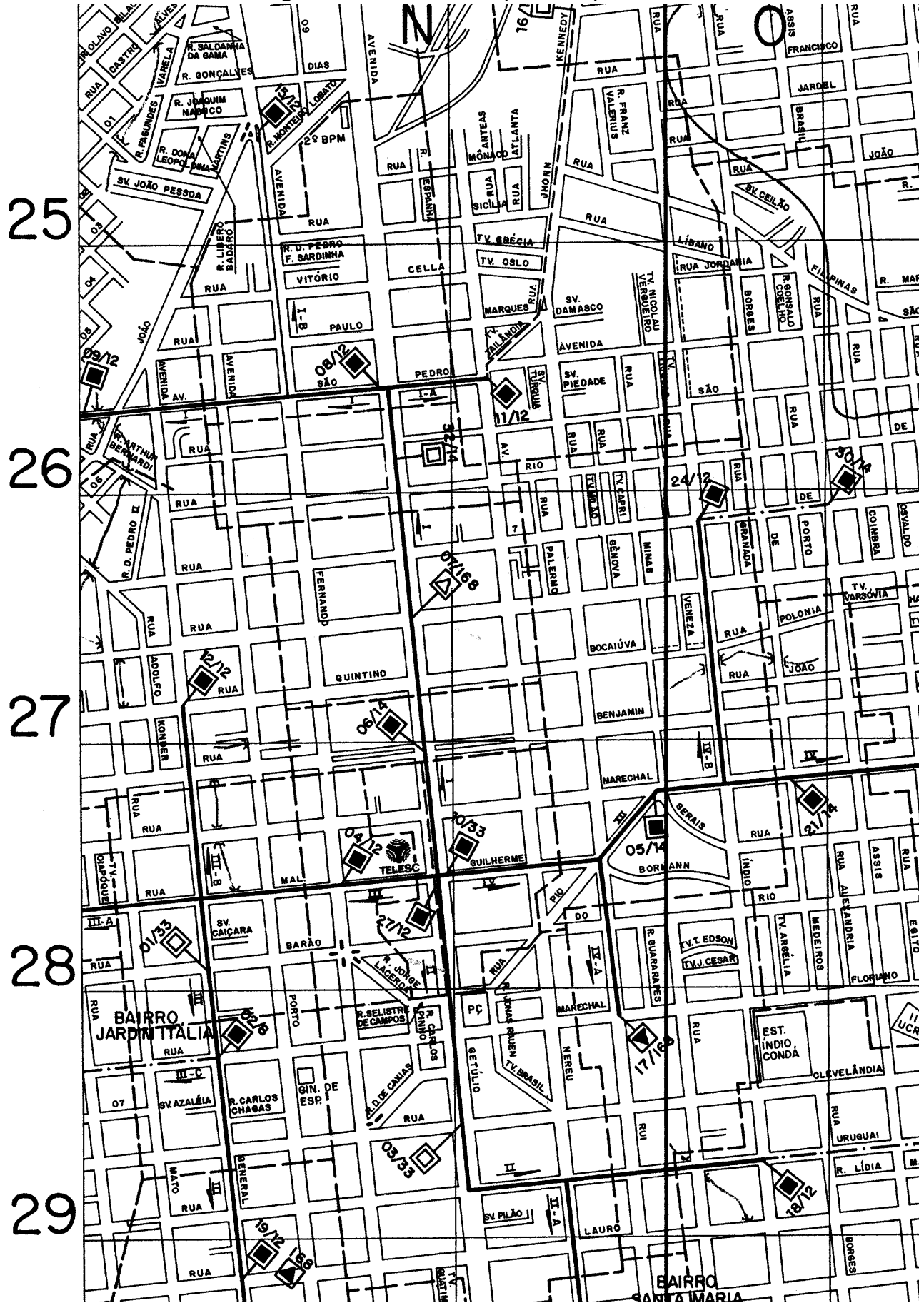
### 4.2) Atualização do Mapa Chave (MC).

O mapa chave é uma planta índice com a área de atendimento. Deve conter o traçado das áreas hierárquicas (central, rota e seção de serviço) a localização da central telefônica, a localização dos armários de distribuição e o trajeto das canalizações subterrâneas. Na seqüência apresenta-se um exemplo de mapa chave.










### MAPA CHAVE

Legenda referente ao exemplo de mapa chave.



Nº	NOME	FOLHA
1	RUA EURICO GASPAR DUTRA	N - 25
2	RUA JOSÉ DE ALENCAR	N - 25
3	RUA PRESIDENTE ARTHUR COSTA E SILVA	N - 25
4	RUA PRESIDENTE CASTELO BRANCO	N - 26
5	RUA BROCHADO DA ROCHA	N - 26
6	RUA CARLOS PAVARETO	N - 26
7	RUA NICÁCIO DINIZ	N - 29
8	RUA ASSIS P. DOS SANTOS	N - 31

<b>FNS</b> 	– DIVISÃO DAS ÁREAS DAS CENTRAIS
<b>ESTR</b> 	– CANALIZAÇÃO SUBTERRÂNEA EXISTENTE
	– CANALIZAÇÃO SUBTERRÂNEA EXISTENTE
	– REDE PRIMÁRIA AÉREA EXISTENTE
	– ÁREA DE ARMÁRIOS DE DISTRIBUIÇÃO
	– ÁREA DE TARIFA BÁSICA
	– CANALIZAÇÃO SUBTERRÂNEA PROJETADA

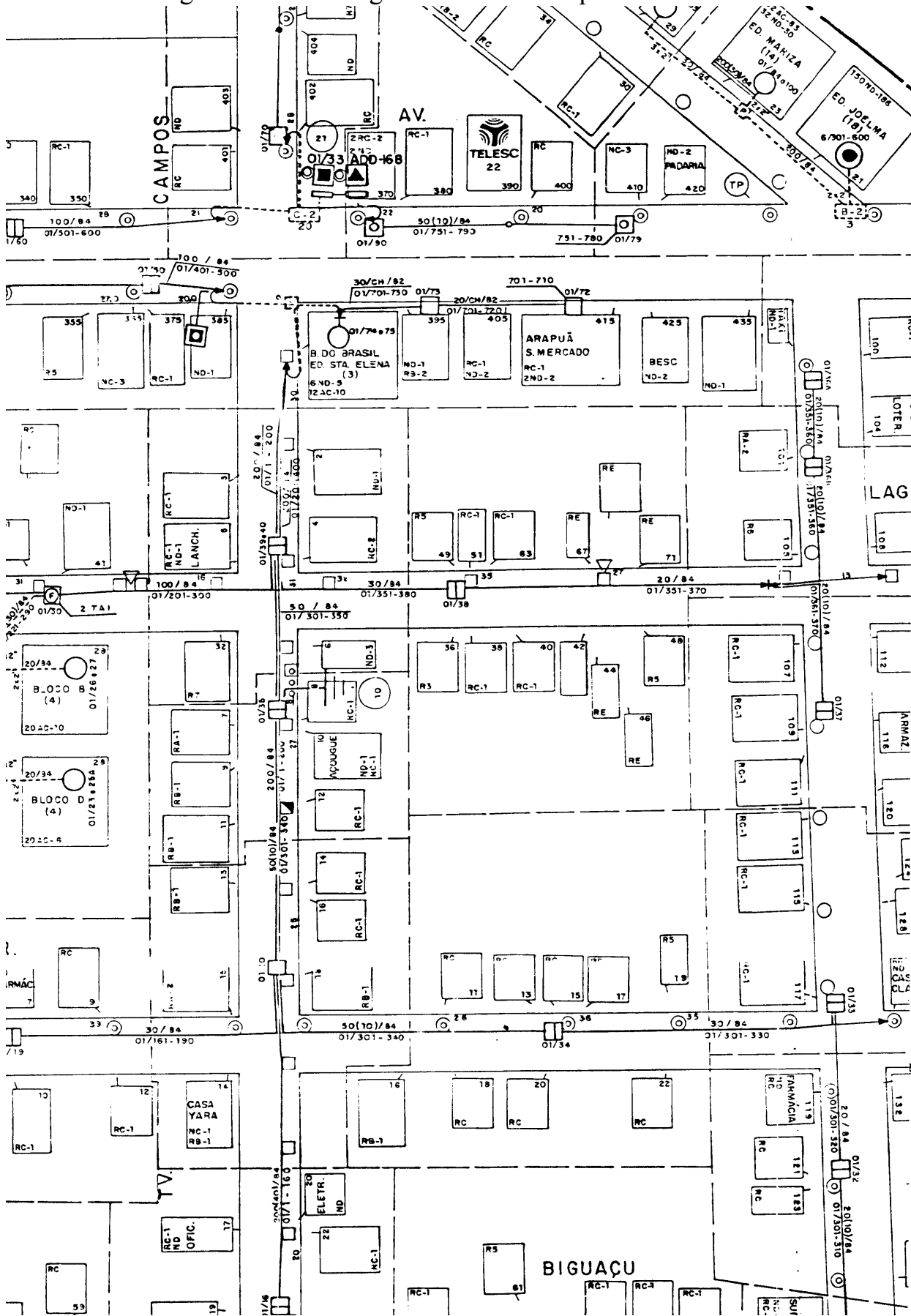
### 4.3) Projeto da Rede Secundária

A partir do mapa chave e do estudo de demanda é possível realizar o projeto da rede secundária, definindo o tipo de cabo, o posicionamento das caixas terminais e das rotas a serem utilizadas. Nesta etapa deve-se verificar os pontos de subida de lateral, as condições de esforço mecânico que serão exigidas pelos postes e demais aspectos da infra-estrutura necessária para execução da obra. Além de relatórios e listas dos materiais a serem utilizados, é confeccionada a planta de rede aérea (**RA**).

Esta planta contém todas as informações cadastrais do tipo: arruamento, imóveis, numeração, demanda localizada, telefones existentes, posteação e rede telefônica, atenuação resistência.

## MAPA DA REDE AÉREA

### Legenda da simbologia utilizada em mapas de redes aéreas

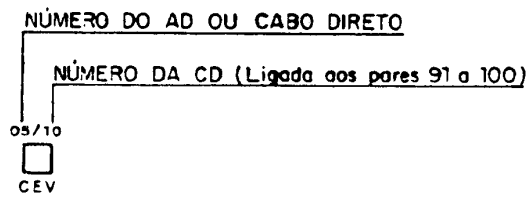




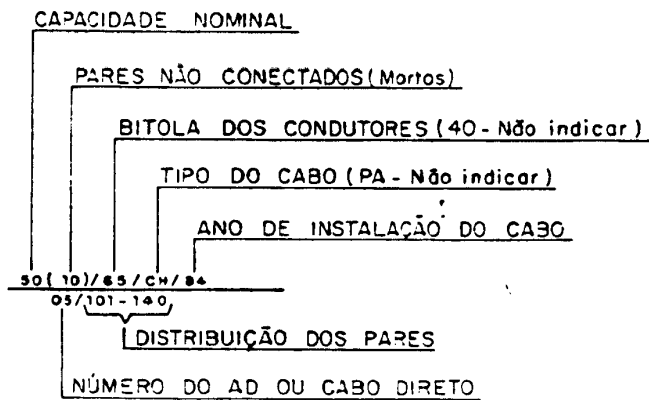
DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO.	EXIST.  PREV.
ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO INTERNO.	EXIST.  PREV.
ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO COM CAIXA P ASSOCIADA.	
ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO EM PLATAFORMA.	
ARMÁRIO DE PROTEÇÃO.	EXIST.  PREV.
ÁREA DE ARMÁRIO.	NO VERSO
ÁREA DE CAIXA.	NO VERSO
ATERRAMENTO.	VER FOLHA 05/16
ESTAIAMENTO.	
CABO.	
CAIXA DE EMENDA VENTILADA (CEV).	C/PROT.
CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO INTERNA (CDI).	
CAIXAS P e X.	(TELESC) (TERCEIROS) 
EMENDA DIRETA COM CMTG-G E TPF NO MESMO POSTE.	
EMENDA CMTG-G.	
EMENDA COM DERIVAÇÃO.	
EMENDA CEV E UMA TPF NO MESMO POSTE.	F 01/28+59
EMENDA DIRETA (TIPO, CAPACIDADE NOMINAL E BITOLA IDÊNTICOS).	
EMENDA DE TRANSIÇÃO (OU TIPOS, OU CAPACIDADES NOMINAIS, OU BITOLAS DIFERENTES).	
EMENDA T.SU. ÁREA (FACHADA) DE DERIVAÇÃO.	
EMENDA CMTG-G COM DERIVAÇÃO	
EMENDA CMTG-G COM DERIVAÇÃO E TPF NO MESMO POSTE.	
EMENDA SELADA REENTRÁVEL DIFETA E C/ DERIVAÇÃO	
EMENDA SELADA REENTRÁVEL E UMA TPF NO MESMO POSTE	
EMENDA T.SU. ÁREA (FACHADA) DIRETA	
EMENDA T.SU. COM TPF DE FACHADA	
EMENDA REENTRÁVEL COM CX. TPF DE PROTEÇÃO	
GLARITA W.	
GUARITAS B2, B3, B4, C, C1, C2, C3 e X.	
GLARITA V.	
LATERAL EM POSTE	
LATERAL DE FACHADA	
LIMITE DE ESTAÇÃO	NO VERSO

MULTICANAL.	EXIST.  PREV.
MULTICENTRADOR	EXIST.  PREV.
MULTICANAL ISOLADO	2 TAI
PONTO DE PUPINIZAÇÃO	
PONTO DE COMPENSAÇÃO CAPACITIVA	
REPETIDOR BIDIRECIONAL DE MULTICANAL	
RESERVA	
REGENERADOR DE SISTEMAS (PCM)	
TERMINAL DE POSTE COM DUAS ENTRADAS (T.P.R.) 20"	
TERMINAL DE POSTE E FACHADA (TRF) 10"	F
ARMÁRIO DIGITAL	EXIST.  PREV.
ARMÁRIO DIGITAL AÉREO	EXIST.  PREV.

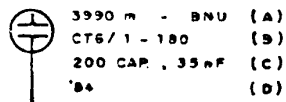
### CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO:



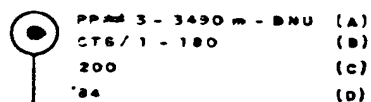
### IDENTIFICAÇÃO DO CABO:



### PONTO DE COMPENSAÇÃO CAPACITIVA:



- A)- DISTÂNCIA DA ESTAÇÃO TELEFÔNICA ORIGINÁRIA.
- B)- DISTRIBUIÇÃO CONECTADA AO POTE.
- C)- QUANTIDADE E VALOR DA CAPACITÂNCIA.
- D)- ANO DE INSTALAÇÃO.

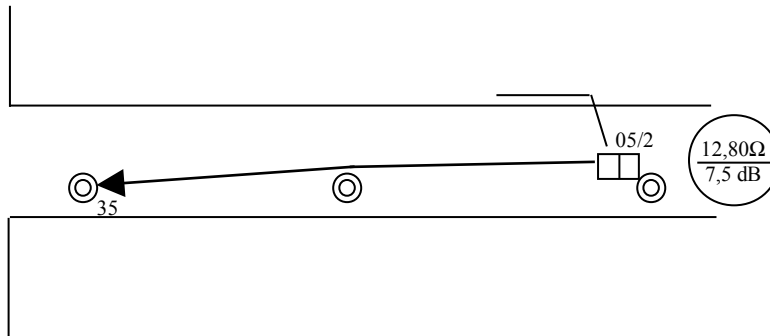


- A)- NÚMERO DO PONTO, DISTÂNCIA ACUMULADA E ORIGEM.
- B)- DISTRIBUIÇÃO CONECTADA AO POTE.
- C)- QUANTIDADE DE BOBINAS CONECTADAS NO POTE.
- D)- ANO DE INSTALAÇÃO.



**OBS.:**

- O tamanho do lance de cabo entre postes será colocada entre o cabo e a margem da rua, sempre que possível no lado do poste mais próximo ao AD.
- Nas últimas caixas dos ADs calcular e colocar os valores de resistência de Loop e atenuação.



**CODIFICAÇÃO DE CABOS E BITOLAS DOS CONDUTORES – TELEBRAS (TELESC)**

CT–APL (AL) – ISOLAMENTO DE PAPEL, CAPA APL

CTP–APL (PA) – ISOLAMENTO DE POLIPROPILENO, CAPA APL

CTP–APL – G (PG) - ISOLAMENTO DE POLIPROPILENO, GELÉIA, CAPA APL

CTS–APL FOAM – SKIN (FS) - ISOLAMENTO FOAM - SKIN, CAPA APL

CCE–APL–ASF (SF) - ISOLAMENTO DE POLIPROPILENO, CAPA APL, AUTO SUSTENTÁVEL À FIBRA.

CTP–APL–SN (SN) ISOLAMENTO DE POLIPROPILENO, CAPA APL, CONDUTORES DE COBRE ESTANHADOS.

CTP–PCM (PC) – ISOLAMENTO DE POLIPROPILENO, BLINDAGEM DIAMETRAL E CAPA APL

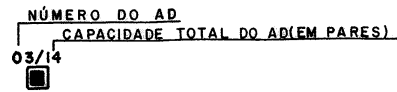
CTP–APL–QE (CQ) – ISOLAMENTO DE POLIETILENO, CAPA APL (CABO DE QUADRA

CABO ÓPTICO (CO) REVESTIMENTO SILICONE OU ACRILATO, POLIPROPILENO, CAPA APL.

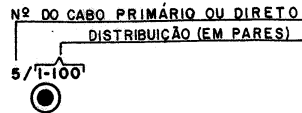
CABO COAXIAL (CC) – TUBOS COAXIAIS BLINDADOS COM FITA DE AÇO E ENFAIXAMENTO DE PAPEL, PARES E QUADRAS ISOLADOS EM POLIETILENO OU POLIPROPILENO, CAPA DE ALUMÍNIO

### NOTAS EXPLICATIVAS

#### ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO:



#### AD INTERNO



#### AD PROTEÇÃO LATERAL

50/ 100 PARES:



## 4.4) Projeto da Rede Primária

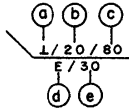
Para realização do projeto de rede primária muitas vezes é necessário a realização de um pré-projeto de rede secundária, pois a distribuição dos pontos fornece os locais ideais para colocação dos armários de distribuição. Com os armários definidos é necessário a realização do projeto de canalização subterrânea e o projeto de rede primária. O projeto de rede primária gera os seguintes mapas e esquemas:

- Canalização subterrânea (CS) – apresenta as informações da canalização subterrânea e as mesmas informações básicas do RA.

## Legenda com alguns símbolos utilizados no CS

### 3 - DETALHE SIMPLIFICADO :

É A INFORMAÇÃO DE OBSTÁCULOS QUE SURTIRAM AO LONGO DA CANALIZAÇÃO, QUE SERÃO IDENTIFICADOS DA SEGUINTE FORMA:



(a) - POSIÇÃO DA CANALIZAÇÃO DE TERCEIROS :

⊥ - TRANSVERSAL

→ ← - PARALELO

(b) - PROFUNDIDADE DA CANALIZAÇÃO DE TERCEIROS (em cm).

(c) - PROFUNDIDADE DA CANALIZAÇÃO DA TELESC (em cm).

(d) - IDENTIFICAÇÃO DA CANALIZAÇÃO DE TERCEIROS :

A - ÁGUA

E - ESGOTO

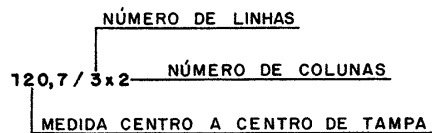
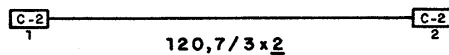
P - PLUVIAL

C - CELESC

O - OUTROS

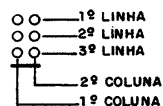
(e) - DIÂMETRO DA CANALIZAÇÃO DE TERCEIROS (em cm).

### 4 - MEDIDA DA CANALIZAÇÃO / CONFIGURAÇÃO DOS DUTOS :

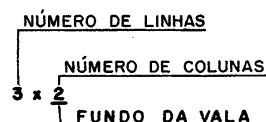


- CONFIGURAÇÃO DOS DUTOS :

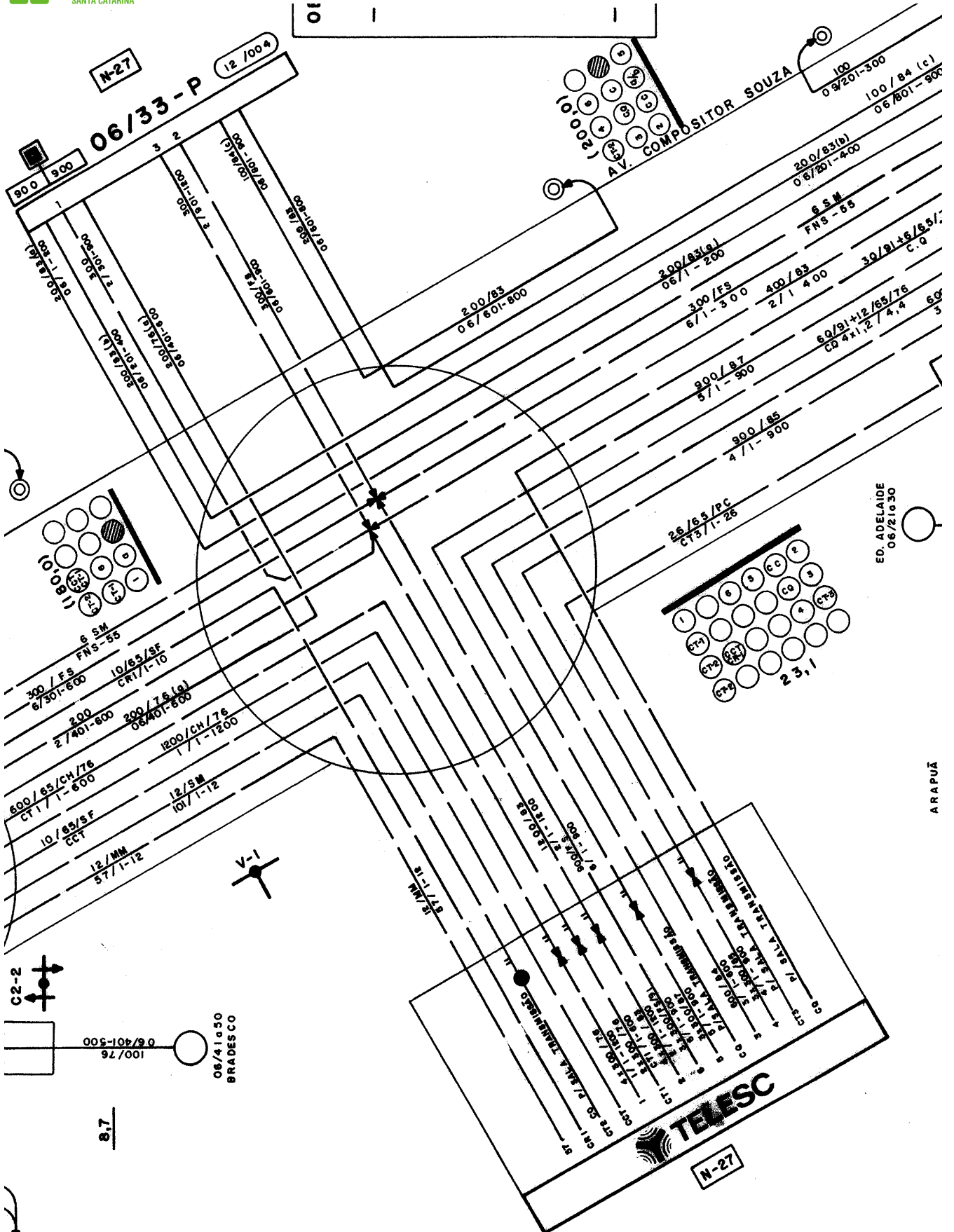
a) REPRESENTAÇÃO REAL ( Não adotada pela norma ).



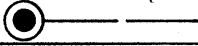

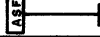
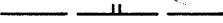








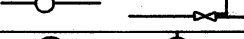
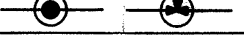

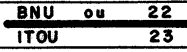
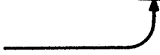


b) REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA ( Adotada pela norma ).



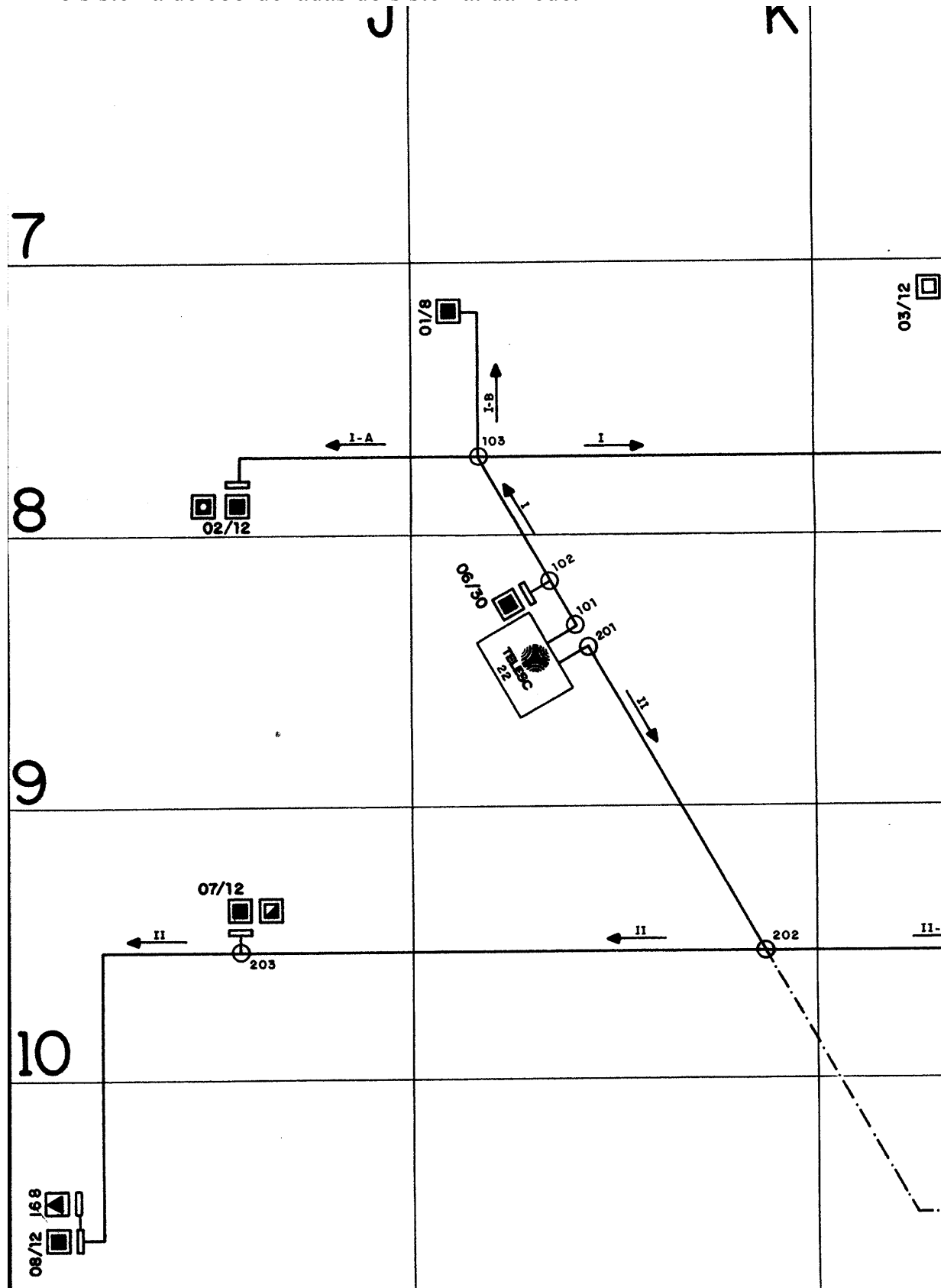
- Esquema de cabos subterrâneos (EC) – Contém as informações da rede subterrânea, sendo orientado pela canalização subterrânea existente.



### Legenda com alguns símbolos utilizados no EC

DESCRIÇÃO	SIMBOLOGIA
ARMÁRIOS DE DISTRIBUIÇÃO (AD)	Ver Notas Explicativas Item 1.
ARMÁRIO INTERNO OU ATENDIMENTO DIRETO	
ARMÁRIO COM BLOCO DE ENGATE RÁPIDO	<b>K</b>
ARMÁRIO DE PROTEÇÃO	
ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO EM PLATAFORMA	Ver Folha 07/13.
ARMÁRIO DIGITAL	Ver Notas Explicativas Item 1. Letra E
ALCANCE DE SUPERVISÃO DO FLUXOSTATO	
BICO DE ENCHIMENTO	
BLOQUEIO DE PRESSURIZAÇÃO	
CABO DESATIVADO	Ver Folha 07/16 (200XM)
CABOS COAXIAL, DE QUADRA E OUTROS (CABOS INTERURBANOS)	Ver Folha 07/13
CABO ALIMENTADOR (PRIMÁRIO) OU DIRETO	Ver Folha 07/13
CABO DE DISTRIBUIÇÃO (SECUNDÁRIO)	Ver Folha 07/13
CABO TRONCO	Ver Folha 07/13
CAIXA INTERNA	
CAIXA P DA TELESC	Ver Folha 07/13
CAIXA P DE TERCEIROS	Ver Folha 07/13
CENTRAL	Ver Folha 07/13
CONFIGURAÇÃO DUTOS 2"	
CONFIGURAÇÃO DUTOS 4"	Ver item 9 - Ilustrações (a)
DUTO OBSTRUÍDO	
DUTO SUBDUTO	
EMENDA DIRETA (MESMA CAPACIDADE NOMINAL E MESMO TIPO DE CABO), E EMENDA NO MEIO DO LANCE, EMENDA TERMOCONTRÁTIL OU CHUMBO	
EMENDA DE TRANSIÇÃO (CABOS DE TIPOS E/ OU CAPACIDADES NOMINAIS DIFERENTES), OU EMENDA COM DERIVAÇÃO CH e AL	
EMENDA CET-P DIRETA E C/ DERIVAÇÃO (CAP > 200")	
EMENDA CMT-C DIRETA E C/ DERIVAÇÃO (CAP ≤ 200")	
EMENDA DIRETA E COM DERIVAÇÃO UTILIZANDO TSU 100(PA,PG)	
FUNDO DA VALA	
GUARITA	Diâmetro Mínimo 7cm
LIMITE DE ESTAÇÕES	
LATERAL EM FACHADA	
LATERAL EM POSTE	
LOCALIZAÇÃO DO AD NA REDE AÉREA	

- Mapa chave do esquemático de cabos subterrâneo (ME) – espelha as plantas EC no sistema de coordenadas do sistema. da rede.



## 4.5) Observações Quanto a Projetos de Redes Externas

### Utilização de Redes Rígidas

As redes rígidas devem ser empregadas apenas em cidades onde o número de assinantes projetados não ultrapasse a 300 e que a topologia da cidade seja favorável a sua implementação.

### Dimensões das Canalizações

Em qualquer canalização subterrânea utilizar somente dutos de 100mm.

Na entrada dos AD de 1400 pares projetar 4 dutos de 100mm, dispostos na forma 2x2 (o sublinhado indica a disposição no fundo da vala).

Na entrada dos AD de 3300 pares projetar 8 dutos de 100mm, dispostos na forma 2x4.

Nas subidas de laterais utilizar dutos de 50 mm.

Na saída dos DG utilizar no mínimo 6 dutos para DG de 600 pares e até 32 dutos para DG de 20.000 pares.

Caixas de passagem e subidas de laterais

Prever caixas de passagem em laterais maiores que 30 metros e em laterais com travessia de pistas.

Utilizar somente 4 laterais por poste e não colocar laterais em postes de madeira.

Não projetar diagonais atravessando pista de rolamento na diagonal.

Nas subidas de laterais prever ocupação no máximo com dois cabos, com as seguintes combinações: um cabo de 200 pares e outro com 50 pares ou dois cabos de 100 pares.

### Cabos

Cabos mais utilizados:

CTS-APL Foam-Skin – para trajetos subterrâneos

CT-APL – para trajetos aéreos.

Em termos de capacidade os cabos mais utilizados para rede aérea são: 20, 50, 100 e 200 pares. Sendo que a máxima capacidade dos percursos aéreos é de 400 pares, acima disso prever percurso subterrâneo.

Prever 15% de pares reservas por cabo que sai do AD na ponta mais longo deste.

### Aterramento

Aterramento da cordoalha

A cordoalha deve ser aterrada a um lance de poste da subida de lateral e a no mínimo a 20m do terra da blindagem do AD. Após este primeiro aterramento os outros pontos de aterramento da cordoalha devem situar-se a uma distância média de 500m, preferencialmente próximo a pontos de derivação.

## Aterramento da blindagem

A blindagem do cabo deve ser aterrada no AD, onde procede-se a vinculação de todos os cabos entre si (primários e secundários) e aterra-se.

Além do aterramento no AD as pontas de cabos com mais de 500m devem ser aterradas e as pontas dos cabos de derivação com mais de 500m também devem ser aterradas.

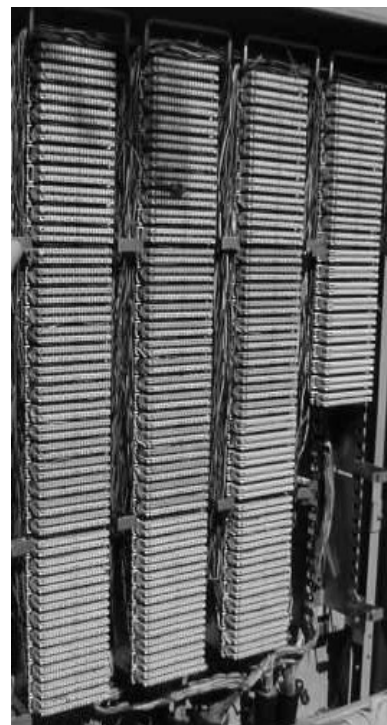
## 5) Armários de Distribuição

No decorrer do texto, já citamos várias vezes os armários de distribuição. Comentamos que são os pontos que fornecem flexibilidade para rede externa, permitindo conectar diferentes pares do cabeamento secundário ao mesmo par do cabeamento primário. Falamos da existência de armários metálicos e ópticos. Descrevemos a sua simbologia em diversas plantas. Porém, é necessário indicar com mais precisão como é realizada a distribuição de pares no armário metálico e as formas de utilização dos armários ópticos. São estes dois aspectos que trataremos na seqüência do texto.

### 5.1) Armários Metálicos

Na rede externa de telefonia podemos encontrar armários metálicos com dois tipos de blocos conectores para os pares metálicos:

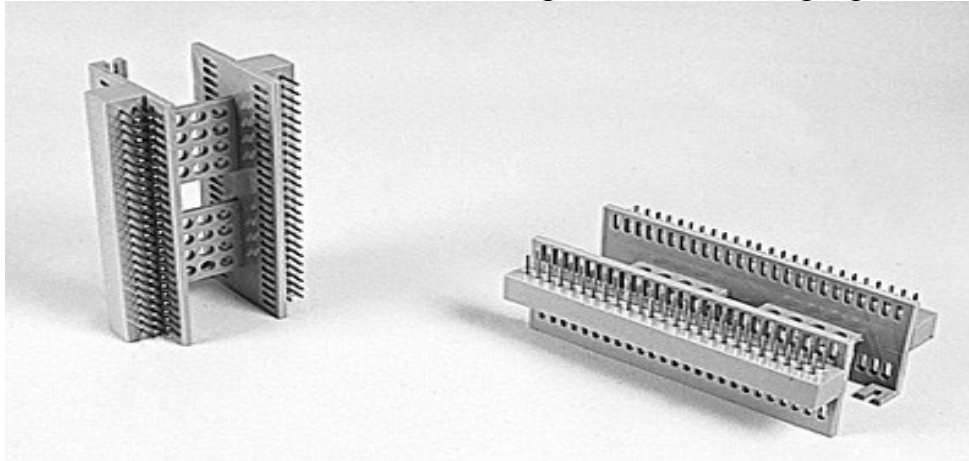
Armário metálico com blocos IDC, blocos de engate rápido



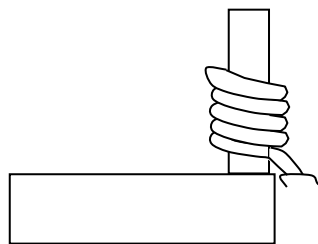


### a) Blocos BLI

O bloco BLI realiza a conexão por enrolamento do condutor, já sem o isolante, no contato do bloco. O enrolamento deve ser realizado por instrumento apropriado.



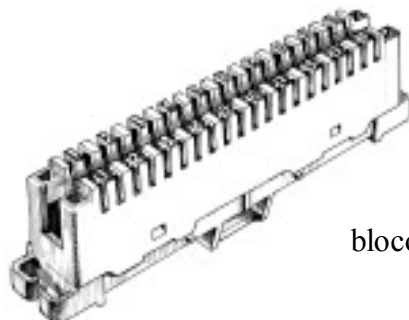
Os blocos BLI não são recomendados, pois a quantidade de fio desencapado facilita a oxidação do mesmo e o trabalho para sua instalação é mais demorada do que a conexão dos blocos IDC. Em armários mais antigos é possível encontrarmos estes blocos. Em algumas concessionárias blocos com conectores de enrolar são utilizados nos Distribuidores Gerais das centrais telefônicas.



Componente de conexão  
do bloco BLI.

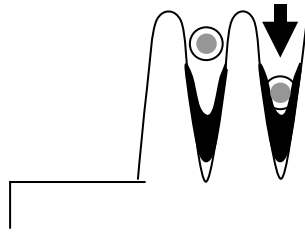
### b) Blocos IDC

Os contatos IDC realizam a conexão com o condutor através do deslocamento do mesmo para dentro da ranhura formada por duas lâminas que cortam o material isolante do condutor. Este tipo de conexão minimiza a possibilidade de oxidação. Além de diminuir a área desencapada do condutor os blocos IDC podem ter seus espaços vazios preenchidos com geléias para evitar a penetração de umidade próxima aos contatos.



blocos IDC

São os blocos utilizados atualmente nos armários metálicos. Cada bloco permite a conexão de 10 pares telefônicos



Elemento de conexão IDC ( também conhecido como conector de engate rápido).

## 5.2) Armários de Fibra Óptica

Na rede secundária de telefonia encontramos dois tipos de armários ópticos, os passivos e os de comutação distribuída.

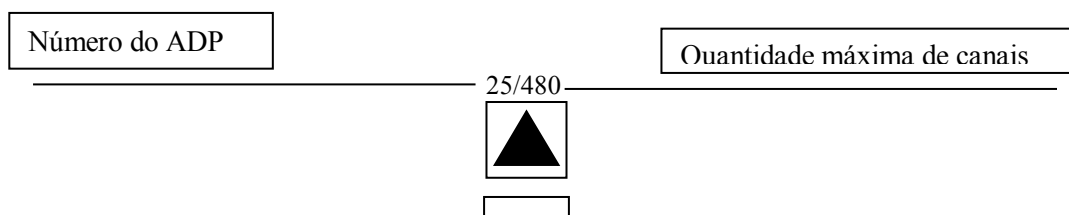
Os armários ópticos passivos têm a mesma função dos armários de distribuição metálicos, isto é, são o ponto de transição (flexibilização) entre a rede primária e a rede secundária. Os armários passivos estão inseridos na rede de telefonia de duas formas diferentes. Na primeira o armário opera como um armário de distribuição “clássico” recebendo uma área específica e os cabos que saem do armário atendem sua própria rede secundária. Na segunda o armário opera em conjunto com um armário de distribuição metálica, os cabos que saem do armário passivo entram como cabos primários num armário metálico que realiza a distribuição dos cabos secundários.

Os armários de comutação distribuída funcionam como uma central remota. Além de interligar os assinantes à central o armário de comutação realiza a comutação dos assinantes da sua área. A inserção deste tipo de armário na rede pode ocorrer de duas formas também. Na primeira a rede que sai do armário é do tipo fixa, indo até o assinante. Na segunda a rede que sai do armário é distribuída para armários de distribuição metálicos e deste para os assinantes (rede flexível).

Tanto o armário passivo como o armário secundário é interligado com a central através de fibras ópticas e equipamentos no distribuidor geral.

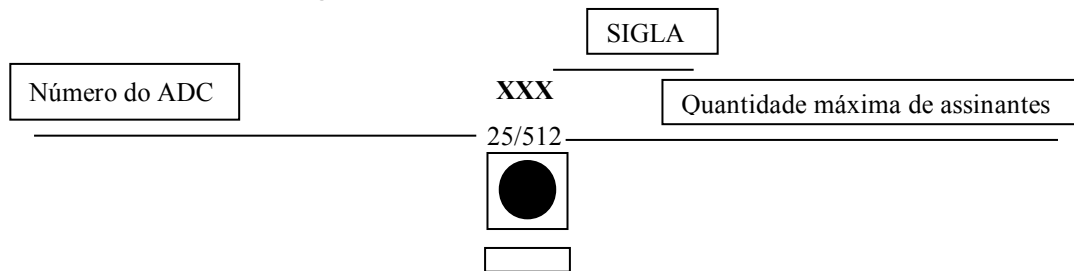
## 5.3) Simbologia para Armários Digitais

Os armários digitais passivos recebem um número próprio, seguindo a seqüência numérica dos armários de distribuição da central ao qual ele esta vinculado. Além do número a simbologia deve conter a quantidade máxima de canais do armário.



Os armários de comutação distribuída receberão um número próprio, seguindo a seqüência numérica dos armários de distribuição da central ao qual ele esta vinculado. A

Simbologia também deverá indicar o número máximo de linhas do armário e a sua área de atendimento através de uma sigla.



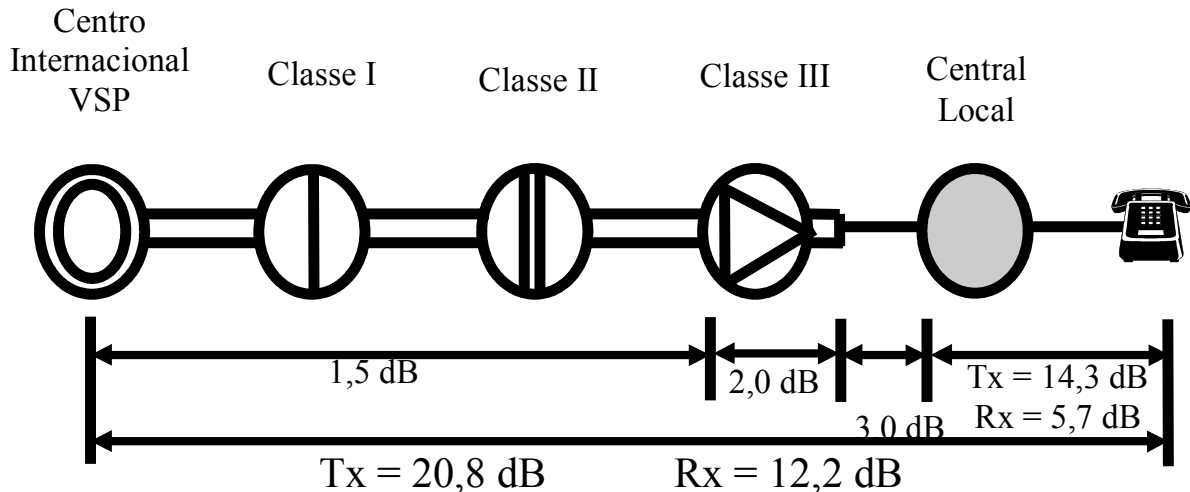
## 6) Plano de Transmissão e Equivalente de Referência.

A rede telefônica tem como principal objetivo a transmissão da voz com inteligibilidade. Portanto, é necessário delimitar a máxima perda que pode ocorrer entre o ponto junto à boca do assinante falante, até o ouvido do assinante que escuta. Como a rede de telefonia é subdividida em segmentos, o Plano de Transmissão Telefônica do ITU-T fixa os valores de atenuação para cada segmento através dos equivalentes de referência, isto é, medidas proporcionais a atenuação sofrida entre os dois extremos do canal de comunicação.

Por razões econômicas a maior parcela do RE deve ser alocada à rede de assinantes. Isto significa, em outras palavras, que sendo a rede de assinantes o maior investimento deve-se atribuir-lhe a contribuição pela maior parcela de atenuação (para cabos mais econômicos). Os sistemas de longa distância, possuindo os recursos de amplificação e uso de fibras ópticas, devem contribuir com parcela mínima do equivalente de referência. Esta estratégia, além de econômica, tem a vantagem de evitar grandes diferenças de qualidade entre as ligações locais e as de longa distância.

Tomando como referência o VSP (Virtual Switching Point) na central internacional do país, a rede nacional deste ponto até o telefone (inclusive) deve obedecer a um RE máximo para a transmissão e outro para recepção. Os valores do par não são iguais. Concede-se maior RE para o sentido da transmissão, pois a transdução neste sentido tem perdas específicas adicionais que não ocorrem na recepção.

Na figura abaixo vemos como ficam distribuídos os valores dos equivalentes de referência para uma central local ligada a uma central interurbana de classe III até a central internacional, onde temos o VSP.



Para o projeto de redes telefônicas a central de classe III é tomada como referência, em função disso os projetos realizados a partir de centrais II e I terão equivalentes de atenuação menores em 0,5 e 1,0 dB respectivamente.

### 6.1) Equivalente de Referência da Rede de Assinante

Partindo do equivalente de referência da central classe III, temos que o equivalente de referência de transmissão para a rede de assinante (ERT) será igual a 14,3 dB, menos a atenuação da central e do telefone.

A atenuação da central é padronizada em 1,0 dB e a do telefone considerada 3,5 dB, portanto:

$$ERT = 14,3 - 1,0 - 3,5 = 9,8 \text{ dB.}$$

Como comentamos acima o equivalente de referência de recepção será diferente deste valor, pois os circuitos de transdução são diferentes.

A definição do equivalente de referência de recepção (ERR) da linha do assinante, considerando o equivalente de referência da central de classe III, será igual a 14,3 dB, menos atenuação da central e mais o ganho do aparelho telefônico.

A atenuação da central continua sendo 1,0 dB e o ganho do telefone é considerado 3,5 dB.

$$ERR = 5,7 - (1,0 - 3,5)$$

$$ERR = 8,2 \text{ dB.}$$

Portanto, considerando o pior caso, o ERR, a rede de assinantes pode atenuar no máximo 8,2 dB. Em geral adota-se o valor de 8,0 dB como limite de atenuação da rede de assinantes.

## 7) Cálculo de Atenuação nas Redes Telefônicas.

Como vimos no capítulo anterior, a máxima atenuação permitida para o conjunto rede primária e secundária é de 8 dB (atenuação entre a central e o assinante).

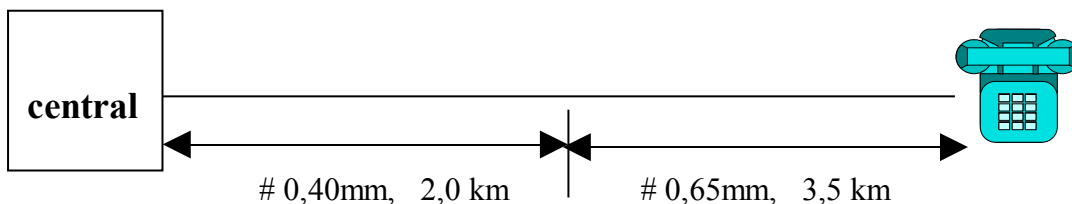
Para verificar se um determinado enlace entre central e assinante não ultrapassa o limite máximo de atenuação calcula-se a máxima atenuação dos cabos que compõem o enlace.

O cálculo para atenuação é feito multiplicando a atenuação do cabo em 1000 Hz pelo comprimento do cabo.

Na tabela abaixo fornecemos os valores de atenuação em dB/Km dos pares trançados utilizados em telefonia.

Diâmetro dos condutores em mm	Frequência em Hz		
	800	1000	1200
0,40	1,66	1,80	2,03
0,50	1,36	1,40	1,67
0,65	1,05	1,10	1,28
0,90	0,74	0,80	0,89

Exemplo: Calcular a atenuação do enlace abaixo:



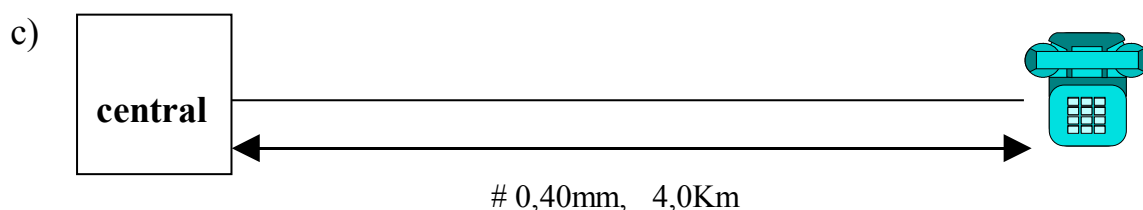
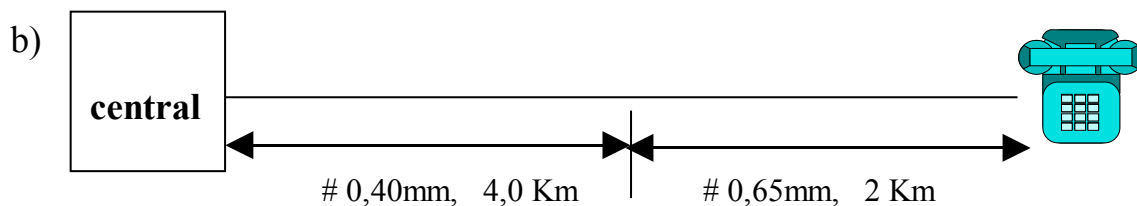
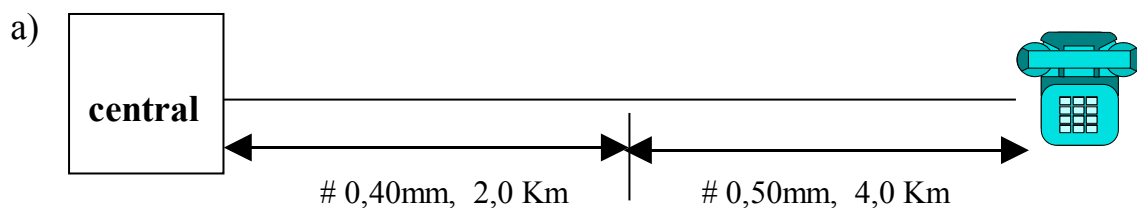
$$\alpha_{40} = 1,8 \text{ dB/km}$$

$$\alpha_{65} = 1,1 \text{ dB/km}$$

$$A = \alpha_{40} * 2,0 + \alpha_{65} * 3,5 = 1,8 * 2,0 + 1,1 * 3,5 = 7,45 \text{ dB}$$

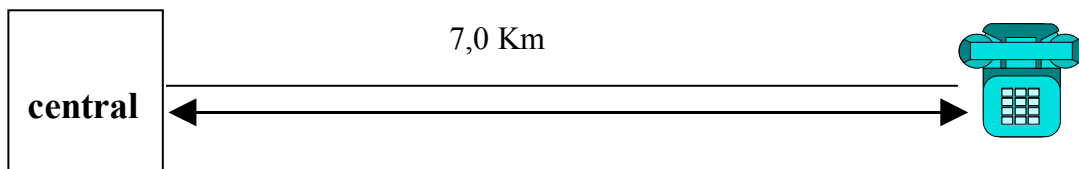
Exercícios:

1) Calcular a atenuação dos enlaces abaixo:

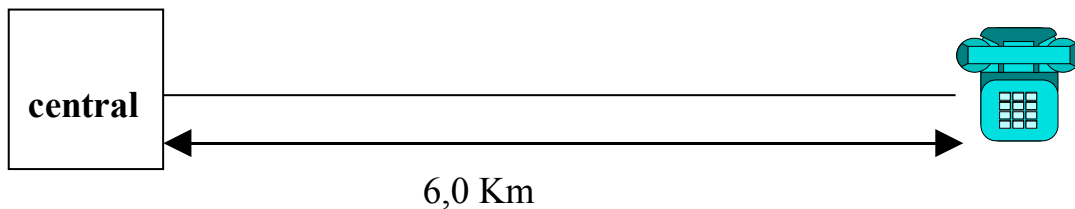


- 2) Para cada bitola de cabo utilizada em telefonia, determina a máxima distância de enlace possível sem que ocorra troca de bitola ao longo do enlace.
- 3) Para os enlaces abaixo utilizando no máximo pares com bitola #0,40mm e 0,65mm, determine a melhor solução, em termos econômicos, para atender os requisitos de atenuação da linha.

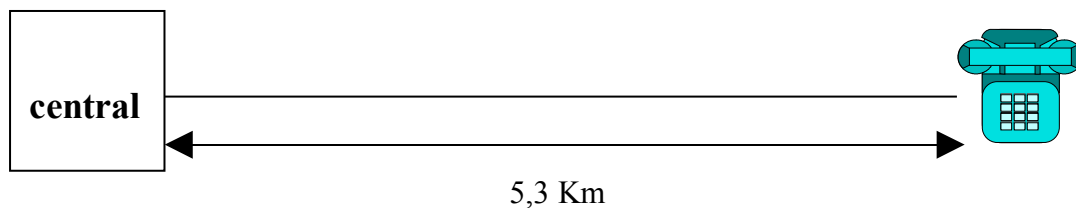
a)



b)



c)

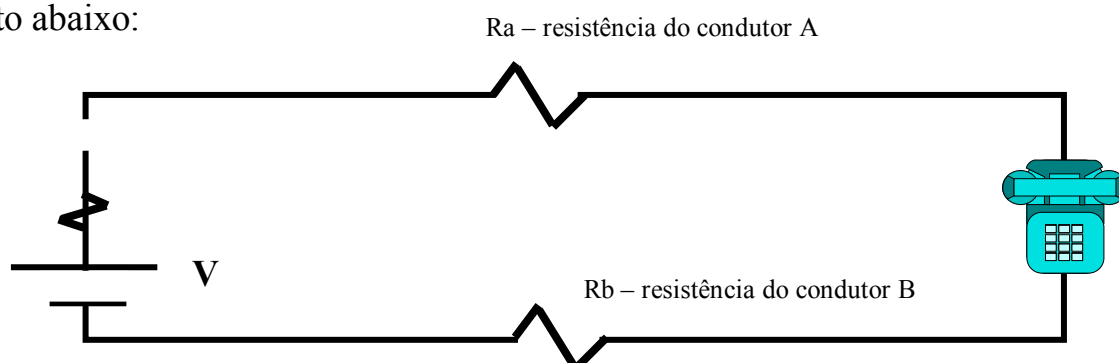


## 8) Cálculo da Resistência de Enlace

O outro parâmetro elétrico que deve ser analisado no momento do projeto e da execução de um enlace de assinante é a sua resistência, considerando aqui somente a resistência dos condutores sem considerar a resistência do conjunto fio externo (fio FE) mais aparelho telefônico.

A resistência de um enlace não pode ultrapassar o valor limite dado pelo equipamento de comutação, isto é, a resistência do enlace deve garantir a circulação da corrente mínima de 20 mA que sensibiliza a cápsula telefônica. Ao valor máximo possível dessa resistência damos o nome de Limite de Resistência de Enlace (LRE).

Do exposto acima podemos concluir que o valor de LRE é obtido da análise do circuito abaixo:



Por esse circuito deve circular uma corrente microfônica mínima de 20 mA. Então a resistência máxima do circuito será:

$$R_c = \frac{V}{I_{\text{microfônica}}}$$

Diminuindo do valor de  $R_c$  a resistência do telefone, do fio externo e interna da fonte, temos o LRE:

$$LRE = \frac{V}{I_{\text{microfônica}}} - R_i - R_T$$

Onde:

$R_i$  – resistência interna da fonte

$R_T$  – resistência do telefone mais fio FE

Em geral a central especifica somente o parâmetro chamado Limite de Supervisão da Central (LSC) que corresponde ao resultado da cálculo indicado pelo retângulo acima.

Para efeitos de cálculo consideramos a resistência de telefone mais o fio FE igual a 300  $\Omega$ .

Valores típicos de LSC são: 800 $\Omega$ , 1200 $\Omega$ , 1500 $\Omega$ , 1800 $\Omega$ , 2000 $\Omega$ .

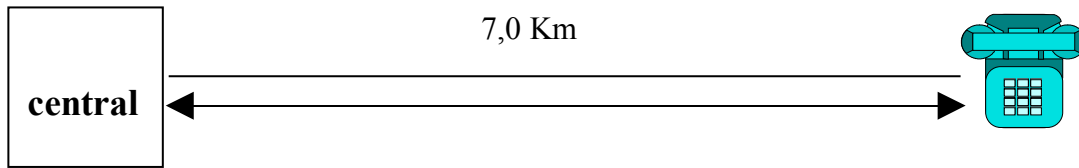
Quanto ao valor de resistência dos pares telefônicos, a tabela abaixo relaciona para cada bitola de par utilizada em telefonia o valor da resistência por Km do par (soma da resistência dos dois condutores).

diâmetro do condutor em mm	Resistência ( $\Omega$ /Km) na temperatura de 20°C	Resistência ( $\Omega$ /Km) na temperatura de 45°C
0,40	273	299,7
0,50	170	186,6
0,65	106	116,4
0,90	53	58,2

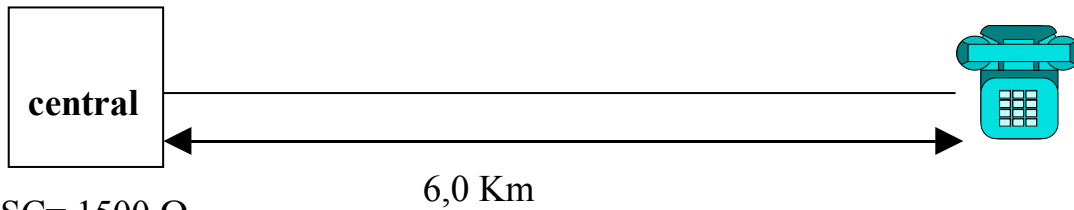
Exercícios:

- 1) Para cada LSC calcule o máximo comprimento de um enlace com condutores de # 0,40 mm e # 0,65 mm.
- 2) Para os enlaces abaixo utilizando no máximo pares com bitola #0,40mm e 0,65mm, determine a melhor solução, em termos econômicos, para atender os requisitos de resistência de enlace da linha.

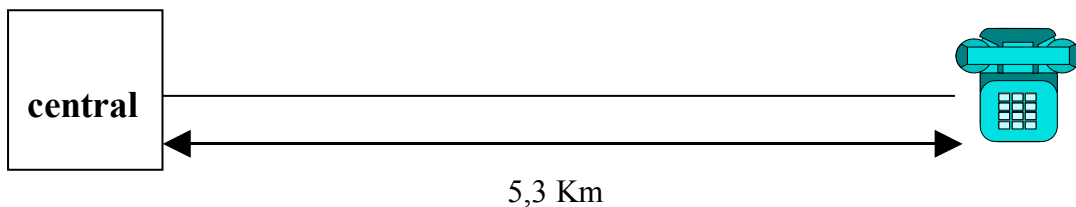
a) LSC= 1500  $\Omega$



b) LSC= 1200  $\Omega$



c) LSC= 1500  $\Omega$



### 8.1) Equipamentos de Tratamento de Enlace

Em enlaces muito longos, quando a atenuação ou a resistência de enlace não atendem os limites previamente determinados, há a possibilidade de uso de equipamentos para tratamento de enlace.

Estes equipamentos melhoram a resposta em frequência da linha na faixa de voz ou amplificam o sinal de voz. Os mais conhecidos são: bobinas de pupinização, extensor de enlace e repetidor de frequência de voz.

Em função da utilização das redes telefônicas para outros serviços além da voz, principalmente dados em altas velocidades, o uso de equipamentos de tratamento de enlace é desaconselhável, pois os mesmos modificam a resposta em frequência da linha melhorando a mesma para baixas frequências, mas prejudicando seu uso para altas frequências.

### 9) Cabos Utilizados na Rede Externa

Nas redes externas de telefonia encontraremos dois tipos de linhas de transmissão, o par trançado e a fibra óptica. O par trançado é composto por dois condutores isolados entre si por material dielétrico. A fibra óptica é formada por um núcleo de material dielétrico (em geral vidro) e por uma casca de material dielétrico (vidro ou plástico), esta estrutura é envolvida pelo acrilato e outros materiais que fornecem sustentação mecânica e ambiental para fibra.



Tanto os pares metálicos como as fibras são geralmente encontradas em cabos. OS cabos apresentam diversos pares metálicos ou fibras, separados por meios isolantes, agrupados segundo códigos de cores específicos. Além dos pares ou fibras os cabos apresentam outros componentes que se responsabilizarão pela sua sustentação mecânica e sua proteção contra agentes ambientais.

### 9.1) Cabos Metálicos

Os cabos telefônicos de pares metálicos são constituídos por um ou mais pares metálicos formados por condutores isolados entre si envolvidos por uma capa externa, sendo o conjunto protegido ou não por substâncias não higroscópicas (substâncias que evitam a penetração da umidade nos cabos), blindagem elétrica e capa isolante.

Dentro dos cabos os pares podem ser reunidos em coroas concêntricas ou em grupos que, por sua vez, são formados por coroas concêntricas. Todos os pares são trançados individualmente dentro dos grupos. Os grupos também são trançados entre si. O objetivo do trançamento dos pares é o de minimizar os efeitos da diafonia nos mesmos.

Em função das diferentes condições de operação, existem diferentes tipos de cabos de pares metálicos para telefonia. Alguns são apropriados para uso interno, outros para redes externas aéreas e outros para redes subterrâneas. Na seqüência apresentaremos diversos tipos de cabos normalizados pela telebrás.

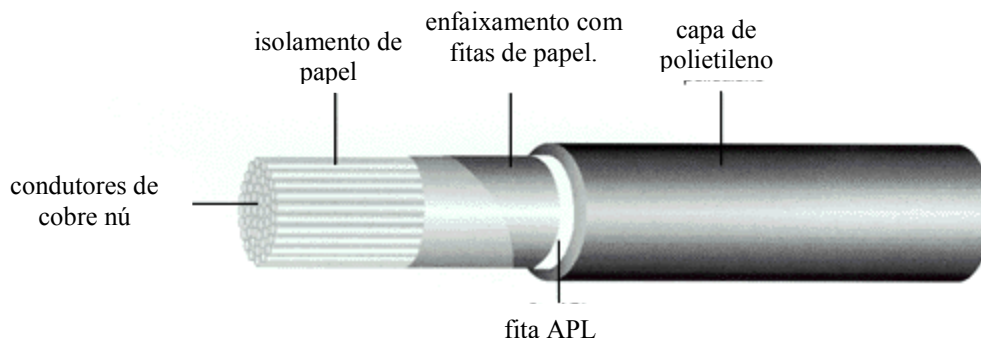
#### CT-APL

#### CONSTRUÇÃO:

São constituídos por condutores de cobre nú, isolados com papel e ar, núcleo enfaixado com fita de papel e protegido por uma capa composta de uma fita de alumínio politenada lisa, aderida a capa externa de polietileno preta (capa APL).

**APLICAÇÃO:** São indicados preferencialmente para instalações subterrâneas em dutos.

**NORMAS APLICÁVEIS:** SPT - 235-320-703 (TELEBRÁS)

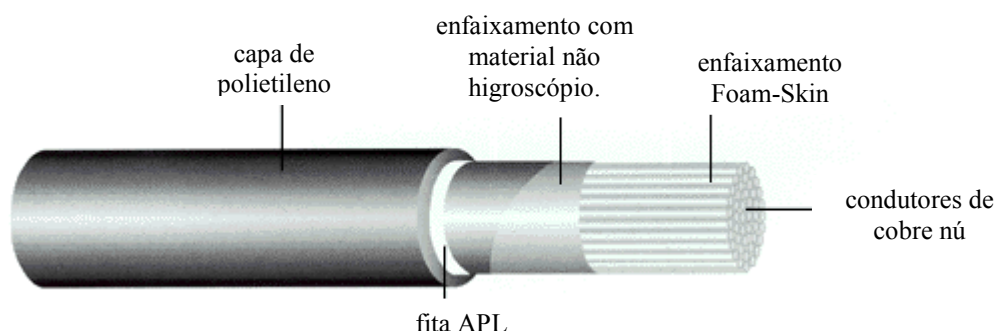


## CONSTRUÇÃO:

São constituídos por condutores de cobre nu, isolados com uma camada de polietileno expandido revestida por uma película de polietileno sólido (Foam-Skin), núcleo enfaixado com material não higroscópico e protegido por uma capa APL.

**APLICAÇÃO:** São indicados para instalações subterrâneas em dutos.

**NORMAS APLICÁVEIS:** SPT - 235-320-714 (TELEBRÁS)



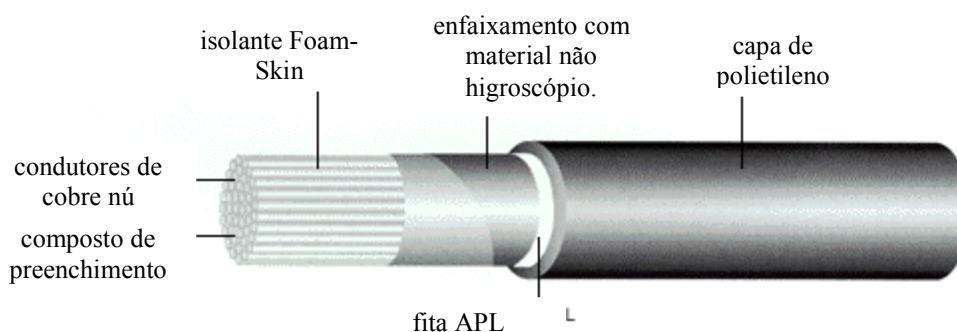
## CTS-APL-G

### CONSTRUÇÃO:

São constituídos por condutores de cobre nú, isolados com uma camada de polietileno expandido revestida por uma película de polietileno sólido (Foam-Skin), núcleo completamente preenchido com material resistente à penetração de umidade (geléia), enfaixado com material não higroscópico e protegido por uma capa APL.

**APLICAÇÃO:** São indicados para instalações subterrâneas em dutos ou diretamente enterrados.

**NORMAS APLICÁVEIS:** SPT - 235-320-714 (TELEBRÁS)



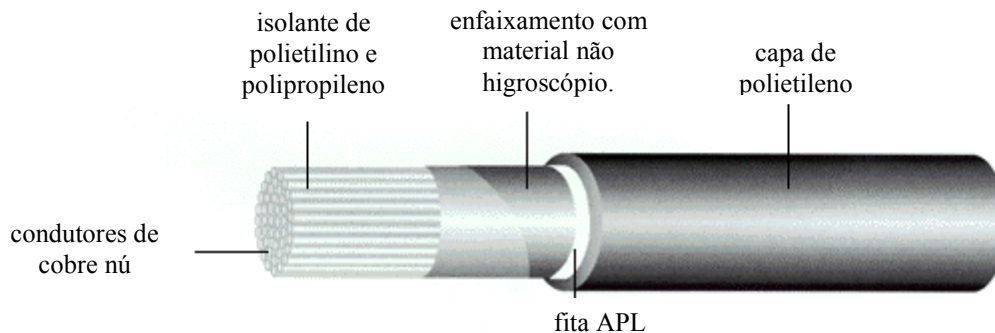
## CTP-APL

### CONSTRUÇÃO:

São constituídos por condutores de cobre nú, isolados com polietileno ou polipropileno, núcleo enfaixado com material não higroscópico e protegido por uma capa.

**APLICAÇÃO:** São indicados preferencialmente para instalações aéreas.

**NORMAS APLICÁVEIS:** SPT - 235-320-701 (TELEBRÁS)



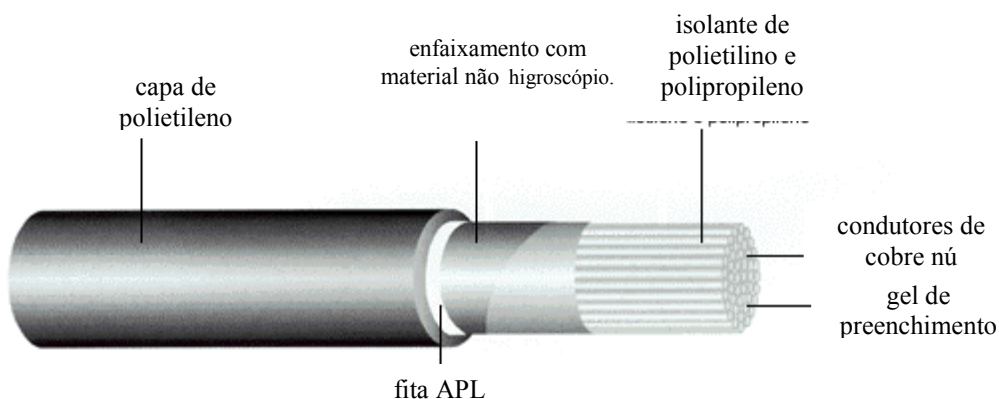
## CTP-APL-G

### CONSTRUÇÃO:

São constituídos por condutores de cobre nú, isolados com polietileno ou polipropileno, tendo o núcleo preenchido completamente com material resistente à penetração de umidade (geléia), enfaixado com material não higroscópico e protegido por uma capa APL.

**APLICAÇÃO:** São indicados preferencialmente para instalações subterrâneas em dutos ou diretamente enterrados.

**NORMAS APLICÁVEIS:** SPT - 235-320-702 (TELEBRÁS)

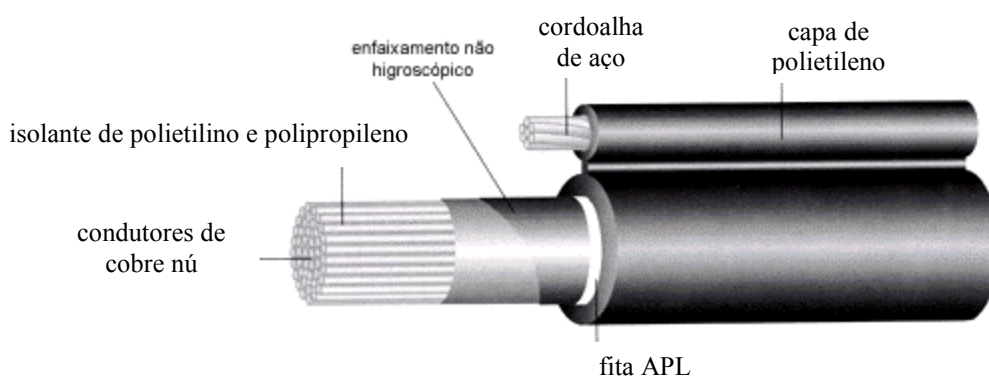


## CONSTRUÇÃO:

São constituídos por condutores de cobre nu, isolados com polietileno ou polipropileno, núcleo enfaixado com material não higroscópico e protegido por uma capa APL. Possuem auto-sustentação através de uma cordoalha de aço incorporada à capa externa formando um "8".

**APLICAÇÃO:** São indicados exclusivamente para instalações aéreas.

**NORMAS APLICÁVEIS:** SPT - 235-320-704 (TELEBRÁS)



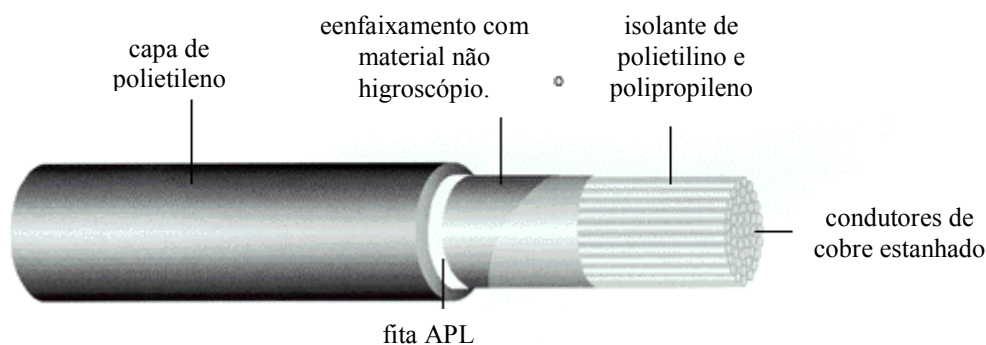
## CTP-APL-SN

### CONSTRUÇÃO:

São constituídos por condutores de cobre estanhado, isolados com polipropileno, núcleo enfaixado com material não higroscópico e protegido por uma capa APL.

**APLICAÇÃO:** São indicados para fabricação de cotos, para uso em armários de distribuição, caixas terminais e entradas de edifícios.

**NORMAS APLICÁVEIS:** SPT - 235-320-713 (TELEBRÁS)



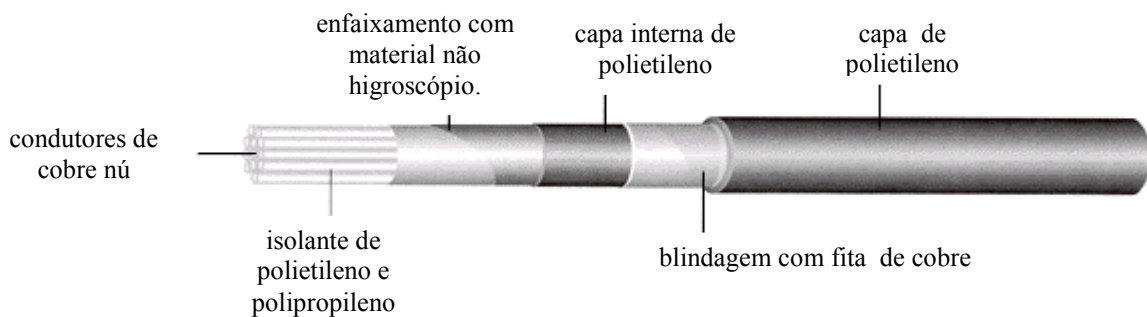
## CCE

### CONSTRUÇÃO

São constituídos por condutores de cobre nu, isolados com polietileno ou polipropileno, com capa interna de polietileno ou copolímero preto, blindagem de fita de cobre, núcleo enfaixado com material não higroscópico e capa externa de polietileno ou copolímero preto.

**APLICAÇÃO:** São indicados para uso externo enterrados, em ligações de assinantes, orelhões e cabines.

**NORMAS APLICÁVEIS:** SPT - 235-320-700 (TELEBRÁS)



## CCE-APL

### CONSTRUÇÃO:

São constituídos por condutores de cobre nu, isolados com polietileno ou polipropileno, núcleo enfaixado com material não-higroscópico e protegido por uma capa.

**APLICAÇÃO:** São indicados para instalações aéreas ou subterrâneas em dutos.

**NORMAS APLICÁVEIS:** SPT - 235-320-710 (TELEBRÁS)



## CCE-APL-ASF

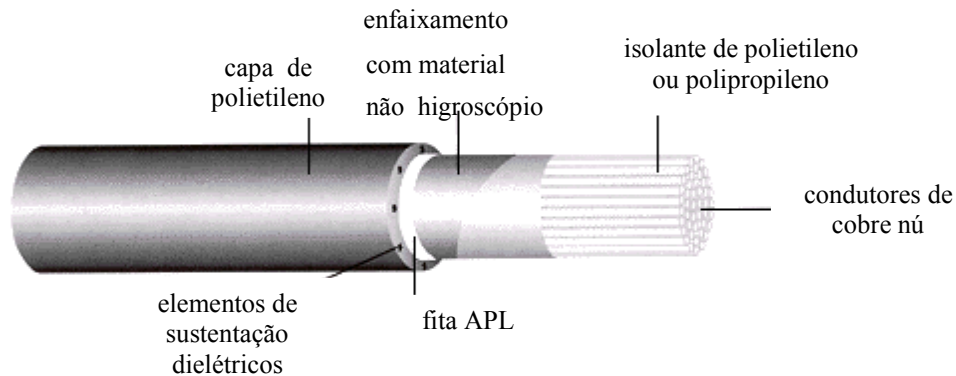
### CONSTRUÇÃO:

São constituídos por condutores de cobre nu, isolados com polietileno ou polipropileno, núcleo enfaixado com material não higroscópico e protegido por uma capa.

Possuem auto sustentação através de elementos de material dielétrico incorporados diretamente na capa externa.

**APLICAÇÃO:** São indicados para instalações aéreas, em vãos de até 120 metros entre postes.

**NORMAS APLICÁVEIS:** SPT - 235-320-705 (TELEBRÁS)



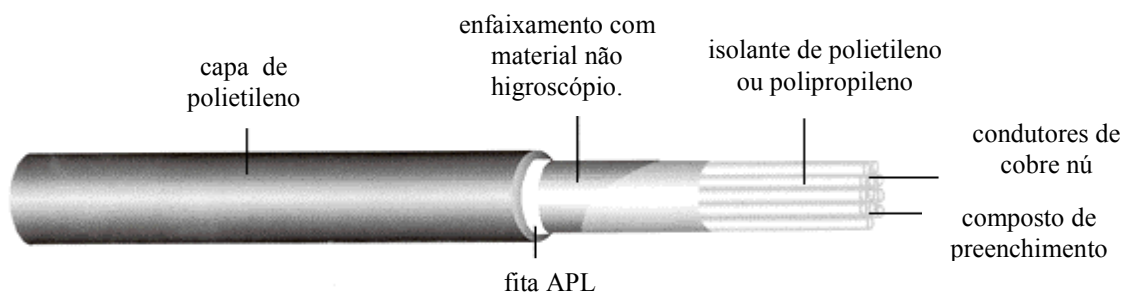
## CCE-APL-G

### CONSTRUÇÃO:

São constituídos por condutores de cobre nu, isolados com polietileno ou polipropileno, tendo o núcleo preenchido completamente com material resistente à penetração de umidade, enfaixado com material não higroscópico e protegido por uma capa APL.

**APLICAÇÃO:** São indicados para instalações subterrâneas em dutos ou diretamente enterrados.

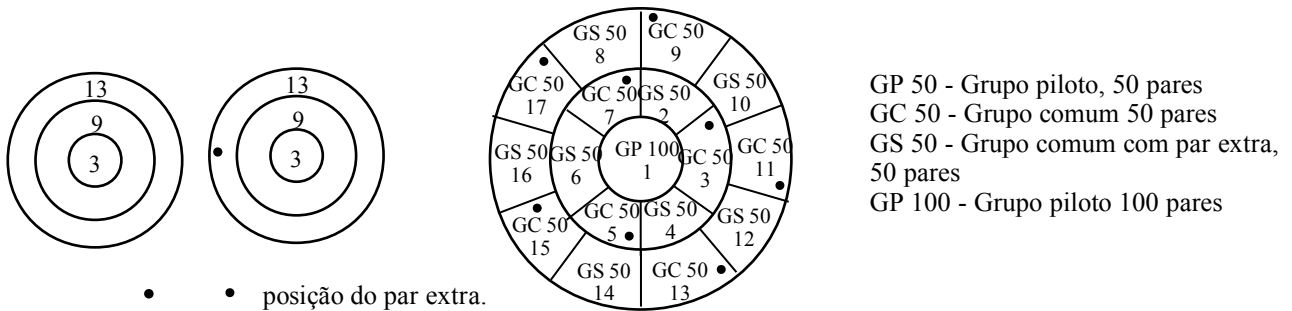
**NORMAS APLICÁVEIS:** PT - 235-320-711 (TELEBRÁS)



## 9.2) Formação dos Cabos

Os pares metálicos são agrupados em grupos e coroas conforme especificado pelas normas telebrás. Segue abaixo alguns exemplos de distribuição:

### Código de Cores



Para identificação dos grupos e pares nos cabos metálicos utiliza-se o código de cores. Os grupos são envolvidos com dois cordões, cada um de uma cor conforme indica a tabela abaixo.

Número do grupo	cores dos fios de amarração dos grupos	Distribuição dos pares	
		Grupo de 25 pares	Grupo de 50 pares
1	Branco –Azul	1-25	1-50
2	Branco – Laranja	26 – 50	51 -100
3	Branco – Verde	51 – 75	101 - 150
4	Branco – Marrom	76 – 100	151 – 200
5	Branco – Cinza	101 –125	201 – 250
6	Encarnado - Azul	126 – 150	251 – 300
7	Encarnado - Laranja	151 – 175	301– 350
8	Encarnado - Verde	176 – 200	351– 400
9	Encarnado - Marrom	201 - 225	401– 450
10	Encarnado - Cinza	226 - 250	451– 500
11	Preto - Azul	251 - 275	501– 550
12	Preto - Laranja	276 - 300	551 – 600
13	Preto - Verde	301 – 325	601 – 650
14	Preto - Marrom	326 – 350	651 – 700
15	Preto - Cinza	351 - 375	701 – 750
16	Amarelo - Azul	376 – 400	751 – 800
17	Amarelo - Laranja	401 – 425	801 – 850
18	Amarelo - Verde	426 – 450	851 – 900
19	Amarelo - Marrom	451 – 475	901 – 950
20	Amarelo - Cinza	476 – 500	951 – 1000
21	Violeta - Azul	501 - 525	1001 – 1050
22	Violeta - Laranja	526 – 550	1051 – 1100
23	Violeta - Verde	551 - 575	1101 – 1150
24	Violeta - Marrom	576 - 600	1151 – 1200

A identificação de um par dentro de um grupo é realizada utilizando-se o código de cores abaixo.

PAR				CORES DO PAR
NÚMERO				Fio A - Fio B
1	26	51	76	Branco -Azul
2	27	52	77	Branco - Laranja
3	28	53	78	Branco - Verde
4	29	54	79	Branco - Marrom
5	30	55	80	Branco - Cinza
6	31	56	81	Encarnado - Azul
7	32	57	82	Encarnado - Laranja
8	33	58	83	Encarnado - Verde
9	34	59	84	Encarnado - Marrom
10	35	60	85	Encarnado - Cinza
11	36	61	86	Preto - Azul
12	37	62	87	Preto - Laranja
13	38	63	88	Preto - Verde
14	39	64	89	Preto - Marrom
15	40	65	90	Preto - Cinza
16	41	66	91	Amarelo - Azul
17	42	67	92	Amarelo - Laranja
18	43	68	93	Amarelo - Verde
19	44	69	94	Amarelo - Marrom
20	45	70	95	Amarelo - Cinza
21	46	71	96	Violeta - Azul
22	47	72	97	Violeta - Laranja
23	48	73	98	Violeta - Verde
24	49	74	99	Violeta - Marrom
25	50	75	100	Violeta - Cinza

1º extra	Branco –Encarnado
2º extra	Branco – Preto
3º extra	Branco – Amarelo
4º extra	Branco – Violeta
5º extra	Encarnado – Preto
6º extra	Encarnado – Amarelo
7º extra	Encarnado – Violeta
8º extra	Preto – Amarelo
9º extra	Preto – Violeta
10º extra	Amarelo – Violeta
11º extra	Azul – Laranja
12º extra	Azul – Verde

### 9.3) Diâmetros e Capacidades de Pares

Quanto aos diâmetros dos condutores de cobre dos pares telefônicos temos: 0,40 mm; 0,50 mm; 0,65 mm e 0,91 mm. O diâmetro mais adotado é o de 0,40 mm.

As capacidades, em pares, padronizadas para os cabos de alimentação (aéreos) são de: 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150 200 e 300 pares.

Enquanto que para cabos de alimentação subterrâneos temos: 200, 300, 400, 600, 900, 1200, 1500, 1800 e 2400 pares.

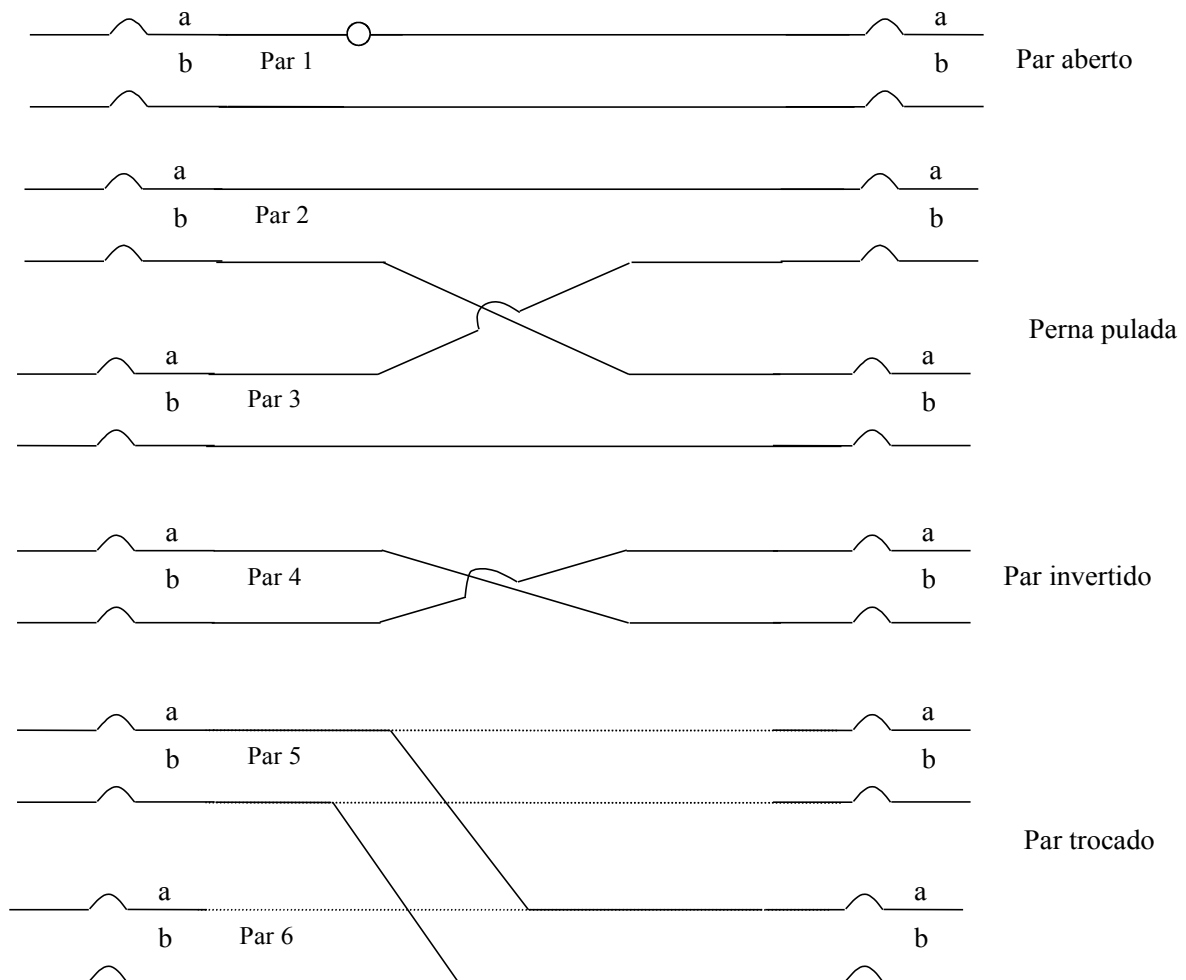


## 9.4) Teste de Identificação e Continuidade de Pares para Aceitação de Cabos

Após realizada a instalação dos cabos é necessário realizar o teste de identificação e continuidade dos pares. Este teste verifica a continuidade elétrica do par, identificando se o par está aberto, com perna pulada, invertido ou trocado.

DG, Armário, caixa terminal  
ou ponto de transição

DG, Armário, caixa terminal  
ou ponto de transição



## Bibliografia

- TELESC.- **Norma para Projeto, Desenho e Cadastro da Rede de Acesso.** - Florianópolis, 1999.
- Nasário L. - **Relatório de Estágio Curricular – Curso de Telecomunicações.** - São José 1999.
- Falsarella, José Paulo. - **Redes Telefônicas de Distribuição de Terminais.**- Cedetec Inatel.
- CEFETRS – **Redes Telefônicas.**
- Giozza, W. F., Conforti, E. e Waldman, H. - **Fibras Ópticas: Tecnologia e Projeto de Sistemas** – Rio de Janeiro: EMBRATEL; São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.
- Moecke, M., Lima S. C.– **Curso de Telefonia Digital** – Escola Técnica Federal de Santa Catarina, Unidade de Ensino de São José; 1999.