

Qualidade de Serviço

indicadores para a qualidade do serviço:

- **DEC** Duração Equivalente de Interrupção por Consumidor
- **DEP** Duração Equivalente de Interrupção por Potência
- **DIC** Duração de Interrupção Individual
- **FEC** Frequência Equivalente de Interrupção por Consumidor
- **FEP** Frequência Equivalente de Interrupção por Potência
- **FIC** Frequência de Interrupção Individual
- TA** Tempo de Atendimento
- TMA** Tempo Médio de Atendimento
- TX%** Tempo X% de Atendimento
- FMA** Frequência Média de Ocorrências



Já existentes



Não formalizados



Novos

Qualidade de Serviço

conceituação dos indicadores novos ou ainda não formalizados, para a qualidade do serviço:

TA - Tempo de atendimento

TMA = Σ TA / número de ocorrências

TX% = Tempo de atendimento não superado em X% do total de ocorrências

FMA = número de ocorrências x 10.000 / número de consumidores

Qualidade de Serviço

Exemplo de padrões para qualidade de serviço

- DIC e FIC:

Consumidores individuais	DIC		FIC	
	Anual	Mensal	Anual	Mensal
Sistema subterrâneo	-	-	-	-
Alta Tensão	10	4	8	3
Média Tensão - Urbano	40	16	30	8
Baixa Tensão - Urbano	70	28	40	12
Área Rural	120	48	80	24

Qualidade de Produto *regulação*



- **Amplitude da Tensão: já regulamentado**
- **Variação de tensão: já regulamentado**
- **Outros indicadores e padrões a serem introduzidos:**
 - **Variação temporária de frequência**
 - **Conteúdo harmônico**
 - **Interrupção de curta duração**
 - **Flutuação de tensão**
 - **Desequilíbrio de tensão**

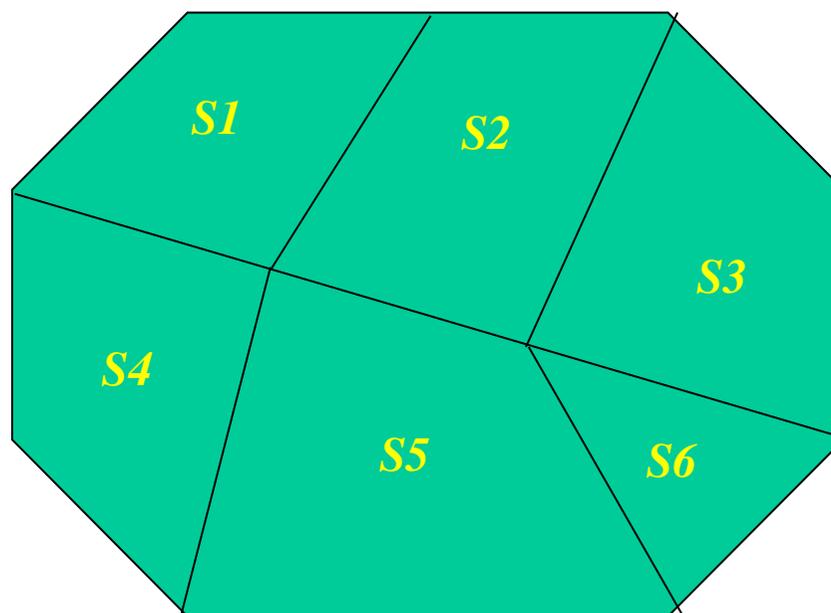
Continuidade de Fornecimento



- Resolução 024 ANEEL– Fev. 2000
 - Conceitos de Conjuntos
 - Indicadores
 - Definição de Padrões
 - Penalidades
-

Conjuntos

- Áreas delimitadas pelas concessionárias e aprovadas pela Aneel .



Indicadores Coletivos

- Indicadores de Conjunto e Global da Concessão :
 - DEC e FEC – duração e frequência das interrupções

$$DEC = \frac{\sum_i C_i \cdot t_i}{C_{set}} \quad FEC = \frac{\sum_i C_i}{C_{set}}$$

Indicadores Individuais

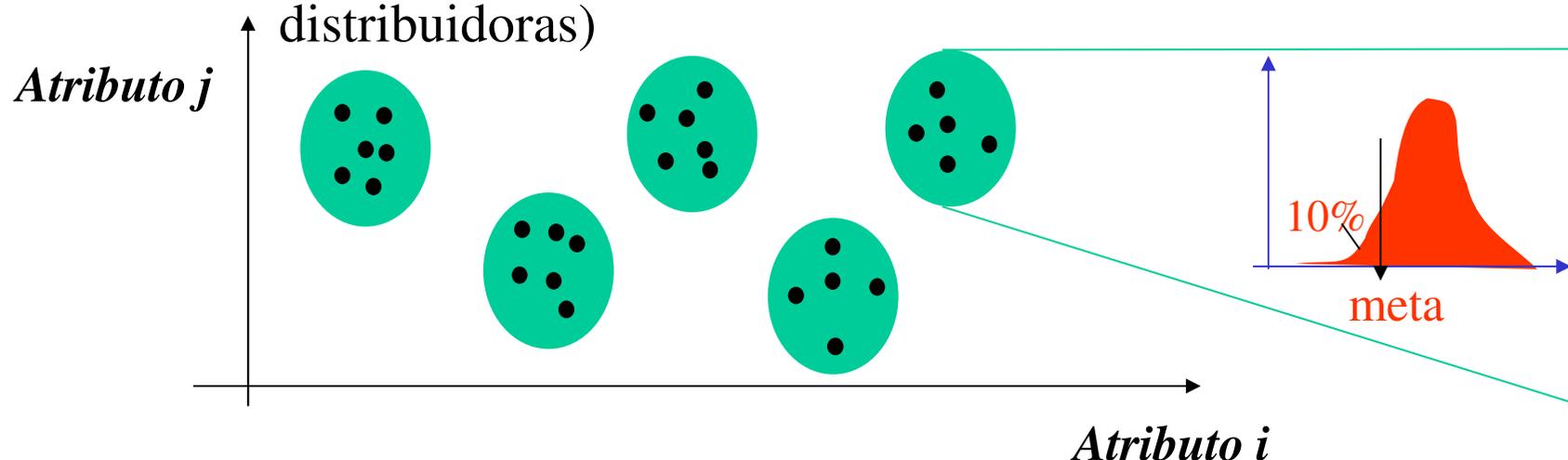
- DIC e FIC – duração e frequência das interrupções :

$$DIC = \sum_i t_i \quad FIC = n$$

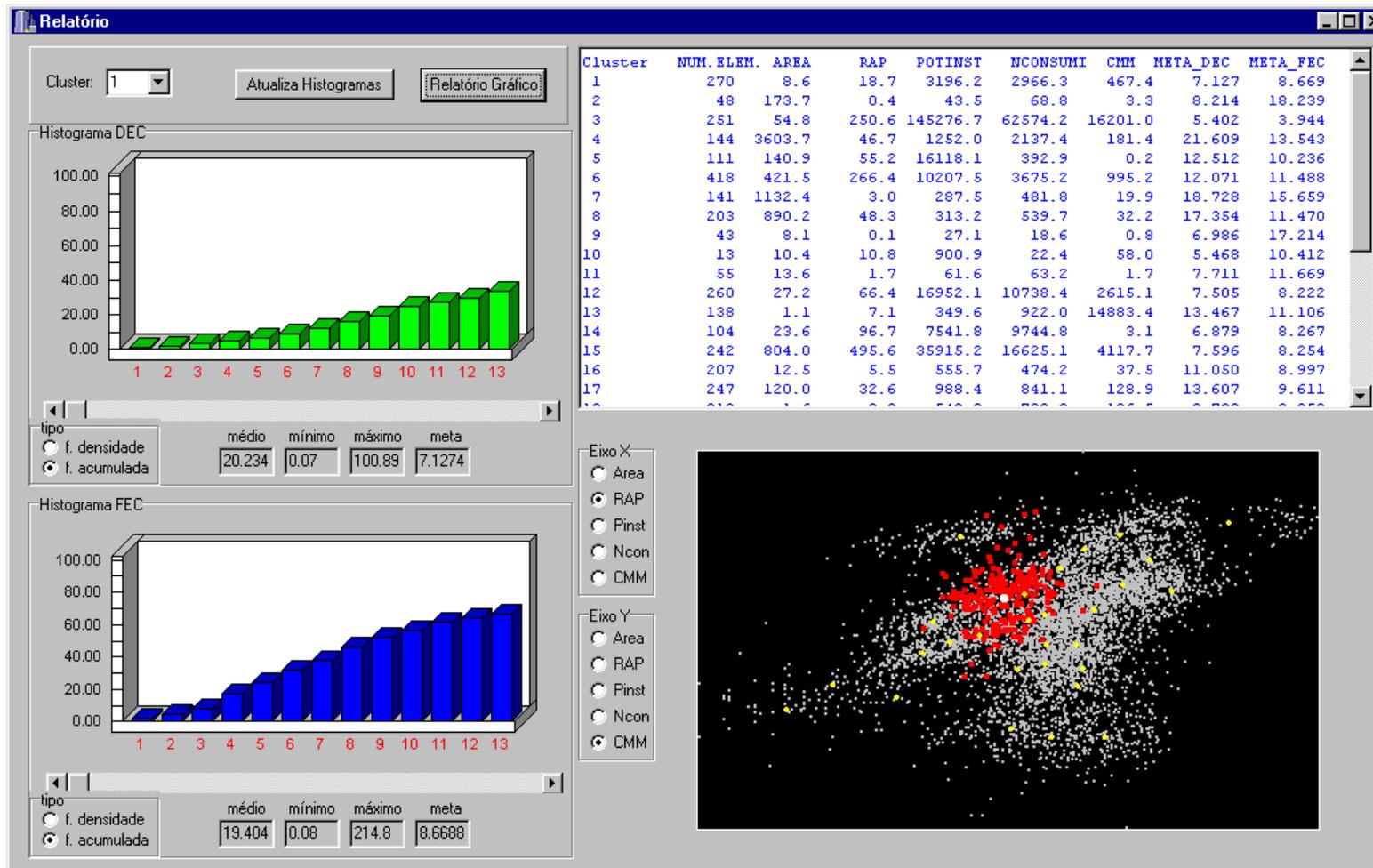
- DMIC – máxima duração da interrupção

Padrões

- Cada conjunto: Padrões, mensais, trimestrais e anuais
- Global da Concessão Padrões, mensais, trimestrais e anuais
- Bases para padrões:
 - Dados históricos
 - Dados contratuais
 - Benchmarking (conjuntos similares de diferentes distribuidoras)



Clusters



Metas para Indicadores Individuais



Tabela 1

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Faixa de Tensão Elétrica de Atendimento : 69 kV ≤ Tensão < 230 kV						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 20	8	4	3	2	8	4	3
> 20 – 40	12	6	4	3	12	6	4
> 40	16	8	6	3	16	8	6

Tabela 2

Faixa de Variação das Metas Anuais de Indicadores de Continuidade dos Conjuntos (DEC ou FEC)	Valores Limites de Continuidade por Unidade Consumidora						
	Faixa de Tensão Elétrica de Atendimento : 1 kV ≤ Tensão < 69 kV						
	DIC (horas)			DMIC (horas)	FIC (interrupções)		
	Anual	Trim.	Mensal		Anual	Trim.	Mensal
0 – 5	25	13	8	6	18	9	6
> 5 – 10	30	15	10	6	20	10	7
> 10 – 20	35	18	12	6	25	13	8
> 20 – 30	40	20	13	6	30	15	10
> 30 – 45	45	23	15	8	35	18	12
> 45 – 60	52	26	17	8	45	23	15
> 60	64	26	21	10	56	23	19

Penalidades

- Valores dos padrões serão indicados nas contas
- A partir de 2003 as penalidades serão automáticas e pagas através das contas de energia

$$\text{Penalidade} = \left(\frac{DICv}{DICp} - 1 \right) DICp \times \frac{CM}{730} \times kei$$

Alguns aspectos

- Metas revistas a cada revisão tarifária (em geral de 4 a 4 anos nos contratos paulistas)
- Padrões Individuais correlacionados com os de conjuntos

Estimativa de Indicadores de Continuidade

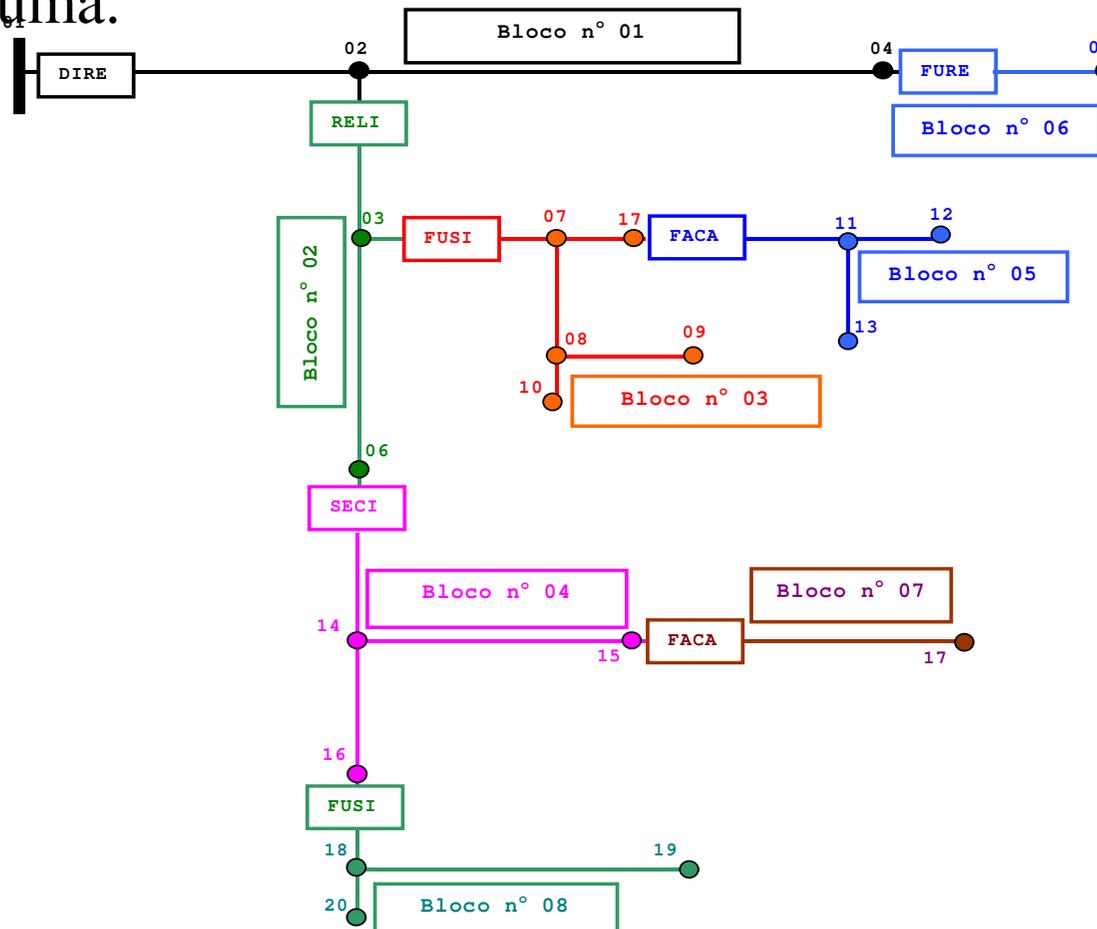


- Estimacão da Energia não distribuída, **END**, e dos indicadores de desempenho: **DEC**, **FEC**, **DIC** e **FIC** globais e referidos às interrupces programadas e não programadas. Os indicadores serão determinados a partir dos dados referentes a:
 - Topologia e características elétricas do alimentador primário;
 - Dispositivos de proteco e comando disponíveis no alimentador;
 - Taxa de falhas dos trechos da rede, número de defeitos por ano e por quilmetro;
 - Taxa de interrupces dos trechos da rede, número de interrupces, por ano e por quilmetro, que ocorrem na rede para o atendimento  manuteno programada;
 - Energia mensal absorvida e número de consumidores primários distribuídos pelos trechos da rede;

Blocos de Carga



- Um Bloco de carga é representado por um conjunto de trechos de rede que se derivam de uma chave e não conta, entre eles, com chave alguma.



Duração Equivalente por Consumidor



- Indicador de desempenho **DEC**, que representa para um conjunto de consumidores dentro de um universo de consumidores o tempo médio equivalente que seu suprimento é interrompido durante um certo período de tempo, por exemplo, um ano.

$$DEC = \frac{\sum_{i=1,n} Ncon_i \cdot Dur_i}{Ncon_{tot}}$$

Duração de Ocorrências por Consumidor



- Destaca-se que o **DEC** global de cada conjunto de consumidores será constituído por duas parcelas: uma referente às interrupções não programadas, **DEC_{Cor}**, destinadas à execução da manutenção corretiva, e a outra devido às interrupções programadas, **DEC_{Pro}**, destinada à execução da manutenção preventiva ou preditiva, isto é:

- **$DEC = DEC_{Cor} + DEC_{Pro}$**

- Analogamente, o indicador **DIC**, que representa o tempo que um consumidor específico teve seu suprimento interrompido durante o período de observação, é dado por:

- **$DIC = DIC_{Cor} + DIC_{Pro}$**

Frequência Equivalente de Ocorrências por Consumidor



- Indicador de desempenho **FEC**, que representa a frequência equivalente de ocorrência de interrupções. Formalmente:

$$FEC = \frac{\sum_{i=1,n} Ncon_i}{Ncon_{tot}}$$

Frequência de Ocorrências por Consumidor



- Analogamente, o **FEC** global de cada conjunto de consumidores será constituído por duas parcelas: uma referente às interrupções não programadas, **FEC_{Cor}**, destinadas à execução da manutenção corretiva, e a outra devido às interrupções programadas, **FEC_{Pro}**, destinada à execução da manutenção preventiva ou preditiva, isto é:

- **$$\text{FEC} = \text{FEC}_{\text{Cor}} + \text{FEC}_{\text{Pro}}$$**

- Analogamente, o **FIC**, que representa o número de interrupções que ocorreram num consumidor específico durante o período de observação, é dado por:

- **$$\text{FIC} = \text{FIC}_{\text{Cor}} + \text{FIC}_{\text{Pro}}$$**

Taxa de Falha e Taxa de Interrupção



- **Taxa de falha** de um trecho de rede representa o número médio de falhas que ocorrem por ano e por unidade de comprimento do trecho, usualmente o quilômetro, para o atendimento da manutenção corretiva, ou seja, para “*interrupções não programadas*”;
- **Taxa de interrupções** de um trecho de rede representa o número médio de interrupções que ocorrem por ano e por unidade de comprimento do trecho, para o atendimento da manutenção preventiva ou preditiva, ou seja, “*interrupções programadas*”.

Tempo de Atendimento

- Tempo de atendimento representa o intervalo de tempo que transcorre desde o instante em que ocorreu a interrupção do suprimento até aquele em que o sistema foi restabelecido. Para o caso de interrupções não programadas destacam-se os tempos parciais:
 - t'_1 : tempo transcorrido desde o instante de ocorrência da contingência até o conhecimento de sua ocorrência pelo COD, “tempo de telefonemas”,
 - t'_2 : tempo necessário para que a equipe de manutenção, ou de reparo do defeito, seja acionada;

Tempo de Atendimento

- t'_3 : tempo gasto pela equipe de manutenção para se deslocar, com velocidade constante, ao ponto de interrupção, correr a linha, e identificar a causa e o ponto de defeito;
- t'_4 : tempo para manobra de chaves para o restabelecimento dos consumidores.
- t_1 : tempo de pesquisa do defeito, que é dado por:
 - $t_1 = t'_1 + t'_2 + t'_3 + t'_4$
- t_2 : tempo médio para o reparo do defeito e o completo restabelecimento do sistema.

Defeitos Temporários e Permanentes



- Defeitos temporários representam aqueles tipos de defeitos sanados pela interrupção e restabelecimento do suprimento através da manobra de chave religadora, ou seccionalizadora, não sendo necessária a intervenção da equipe de manutenção. Por exemplo, no caso de ramos de árvores que por efeito do vento ocasionam a abertura de arco elétrico entre as fases do alimentador. Existindo a montante do ponto de defeito chave religadora ter-se-á sua atuação com a interrupção do arco e o restabelecimento da rigidez dielétrica do meio;
- Defeitos permanentes representam defeitos que somente são corrigidos pela intervenção da equipe de manutenção, por exemplo, a queima de uma cruzeta, a perfuração de um isolador.

Estimativa de Indicadores de Interrupção



- Hipóteses simplificativas:
 - A proteção contra sobrecorrentes está perfeitamente adequada e sua atuação obedece “in toctum” ao estabelecido em seu projeto;
 - Nas condições de contingências não estão previstas transferências de blocos de carga entre dois ou mais circuitos;
 - Na estimativa dos indicadores $\mathbf{DIC}_{\text{Cor}}$ e $\mathbf{FIC}_{\text{Cor}}$ não se computam os defeitos que ocorrem na rede secundária e no ramal de serviço;

Estimativa de Indicadores de Interrupção



- **Hipóteses simplificativas:**

- O tempo médio de pesquisa de defeito, t_1 , será estabelecido com os critérios a seguir:
 - A parcela referente à soma $t'_1 + t'_2$ será estabelecida à priori;
 - O tempo, t'_3 , de correr a linha e identificar o ponto de defeito será estabelecido através do tempo gasto pela equipe de manutenção para alcançar o trecho de defeito, deslocando-se ao longo da linha com velocidade constante;
 - O tempo, t'_4 , de manobra de chaves, quando esta atividade for necessária, será calculado pelo tempo gasto pela equipe de manutenção para alcançar a chave a ser manobrada, deslocando-se ao longo da linha, a partir do ponto de defeito, com velocidade constante;

Estimativa de Indicadores de Interrupção



- Hipóteses simplificativas:

- O tempo de reparo, t_2 , será assumido constante e seu valor médio será estimado a partir da média ponderada dos tempos de reparos e probabilidade de ocorrência dos vários defeitos, isto é:

$$t_2 = \sum p_i t_{\text{rep},i} \quad (i = 1, \dots, \text{tipos de defeitos})$$

onde:

- p_i : tendo ocorrido defeito, é a probabilidade do defeito ser do tipo “ i ”, isto é $\sum p_i = 1,0$;
- $t_{\text{rep},i}$: tempo de reparo do defeito do tipo “ i ”.

Procedimento - Estimativa para Interrupções não Programadas



- Calcula-se a taxa de defeito global de cada um dos blocos através de:

$$ND_i = \sum_{j=1, n_{trecho,i}} \ell_{i,j} \cdot t_{f,i,j}$$

onde:

- $\ell_{i,j}$: comprimento do trecho “j” do bloco “i”;
 - $t_{f,i,j}$: taxa de falha unitária, número de falhas por quilômetro e por ano, do trecho “j” do bloco “i”;
- Calcula-se o número de consumidores, $N_{t,t1}$, que permaneceram sem fornecimento de energia durante o tempo t_1 , quando de defeito no bloco “i”,

Procedimento - Estimativa para Interrupções não Programadas



- Calcula-se o número de consumidores, $N_{t,t2}$, que permaneceram sem fornecimento de energia durante o tempo t_2 , quando de defeito no bloco “ i ”;
- Determina-se os indicadores DEC_{Cor} e FEC_{Cor} para a contingência no bloco “ i ”:

$$DEC_{Cor,i} = fat_{per} \times t_{falha,i} \left(\frac{N_{t,t1} \cdot t_1}{N_{total}} + \frac{N_{t,t2} \cdot t_2}{N_{total}} \right)$$

$$FEC_{Cor,i} = fat_{per} \times t_{falha,i} \left(\frac{N_{t,t1}}{N_{total}} + \frac{N_{t,t2}}{N_{total}} \right)$$

$fat_{per} = 1,0$ quando não há religamento ou $=$ à probabilidade do defeito ocorrido ser permanente, isto é, $fat_{per} = p_{perm}$.

Procedimento - Estimativa para Interrupções não Programadas



- Repete-se o procedimento para todos os blocos e obtém-se os indicadores DEC_{Cor} e FEC_{Cor} globais do circuito para interrupções não programadas, isto é:

$$DEC_{Cor-circ} = \sum_{i=1,n} DEC_{Cor,i}$$

$$FEC_{Cor-circ} = \sum_{i=1,n} FEC_{Cor,i}$$

Procedimento - Estimativa para Interrupções não Programadas



- Para o estabelecimento dos indicadores DIC_{Cor} e FIC_{Cor} o procedimento é ligeiramente diferente. Assim, selecionam-se os consumidores de um bloco específico, bloco “ i ”, e determinam-se todas as contingências que ocasionam a interrupção de seu suprimento. Os indicadores, para cada um dos consumidores do conjunto, são dados por:

$$DIC_{Cor,i} = \sum_{k=1,nk} fat_{per,k} \times t_{falha,k} \times (t_{1,k} + t_{2,k})$$

$$FIC_{Cor,i} = \sum_{k=1,nk} fat_{per,k} \times t_{falha,k}$$

Procedimento - Estimativa para Interrupções não Programadas



- Para o estabelecimento da energia não distribuída, END_{Cor} , mensal ou anual utiliza-se a demanda média anual ou mensal, que é dada por:

$$D_{m,\text{bloco } i} = D_{\text{méd},\text{mensal}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{mensal}}}{720,0}$$

$$D_{m,\text{bloco } i} = D_{\text{méd},\text{anual}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{anual}}}{8760,0}$$

- e calcula-se o END_{Cor} correspondente à contingência em cada um dos blocos pela somatória do produto da demanda média não suprida pelas durações t_1 e t_2 , afetados pelo fat_{per} .

Procedimento - Estimativa para Interrupções Programadas



- **Hipótese:** durante a interrupção, não estão previstas transferências de blocos de carga no próprio circuito ou entre dois ou mais circuitos. Por outro lado, a duração de qualquer interrupção será igual a t_2 (tempo médio)
- **Procedimento:**
 - Calcula-se a taxa de interrupções global de cada um dos blocos, T_{inter} , através de:
$$T_{inter,i} = \sum_{j=1, n_{trecho,i}} \ell_{i,j} \cdot t_{Int,i,j}$$
 - com $t_{int,i,j}$ = taxa de interrupção unitária, número de interrupções por quilômetro e por ano, do trecho “j” do bloco “i”;

Procedimento - Estimativa para Interrupções Programadas



- **Procedimento (cont.):**

- Calcula-se o número de consumidores, $N_{int,i}$, que permaneceram sem fornecimento de energia durante o tempo t_2 , quando de interrupção no bloco “ i ”,
- Determina-se os indicadores DEC_{Pro} e FEC_{Pro} para a contingência no bloco “ i ”:

$$DEC_{Pro,i} = T_{inter,i} \frac{N_{int,1} \cdot t_2}{N_{total}}$$

$$FEC_{Pro,i} = T_{inter,i} \frac{N_{int,1}}{N_{total}}$$

Procedimento - Estimativa para Interrupções Programadas



- **Procedimento (cont.):**

- Repete-se o procedimento para todos os blocos e obtém-se os indicadores DEC_{Pro} e FEC_{Pro} globais do circuito para interrupções não programadas, isto é:

$$DEC_{Pro-circ} = \sum_{i=1,n} DEC_{Pro,i}$$

$$FEC_{Pro-circ} = \sum_{i=1,n} FEC_{Pro,i}$$

Procedimento - Estimativa para Interrupções Programadas



- **Procedimento (cont.):**

- Para o estabelecimento dos indicadores DIC_{Pro} e FIC_{Pro} o procedimento é ligeiramente diferente. Assim, selecionam-se os consumidores de um bloco específico, bloco “ i ”, e determinam-se todas as interrupções programadas que ocasionam a interrupção de seu suprimento. Os indicadores, para cada um dos consumidores do conjunto, são dados por:

$$DIC_{Pro,i} = \sum_{k=1,nk} t_{inter,k} \cdot t_2 \qquad FIC_{Pro,i} = \sum_{k=1,nk} t_{inter,k}$$

Procedimento - Estimativa para Interrupções Programadas



- **Procedimento (cont.):**

- Para o estabelecimento da energia não distribuída, **END_{Pro}**, mensal ou anual utiliza-se a demanda média anual ou mensal, que é dada por:

$$D_{m,blocoi} = D_{méd,mensal} = \frac{\mathcal{E}_{mensal}}{720,0} \quad D_{m,blocoi} = D_{méd,anual} = \frac{\mathcal{E}_{anual}}{8760,0}$$

- e calcula-se o **END_{Pro}** correspondente à interrupção em cada um dos blocos pela somatória do produto da demanda média não suprida pela duração t_2 .