



Check on-line da capacidade de reboque no SGF da EFC

GAESG-096-2003
RELATÓRIO TÉCNICO

 CVRD	GETEG	GAESG	
Título: Check on-line da capacidade de reboque no SGF da EFC	Nº: GAESG-096-2003	Fl.: 1/16	
	Data:30/09/2003	Rev.: 00	

1. Introdução

a) Escopo do trabalho

Em reunião de 12/09/03 foi apresentado pela eletro-eletrônica do Sistema Norte a necessidade de elaborar uma metodologia de cálculo da capacidade de reboque da tração em composições arbitrárias da EFC tal que, na estação de formação do trem ou a cada estação na qual fosse efetuada uma des/anexação de locomotivas ou vagões ou ainda em pontos específicos da EFC, fosse possível verificar se a tração aplicada é adequada para o atingimento do objetivo, a saber, a chegada com toda a carga na estação-destino da composição.

Por se destinar a futura implementação no SGF, a metodologia desenvolvida deve utilizar as informações disponíveis no sistema.

b) Objetivo

Desenvolver uma metodologia de cálculo para a capacidade de reboque da tração aplicada em composições arbitrárias da EFC, com vistas à sua implementação on-line no SGF do Sistema Norte. Esta aplicação deve alertar os controladores de tráfego acerca de composições na malha que não possuam tração adequada para atingir o seu destino.

c) Ganhos previstos

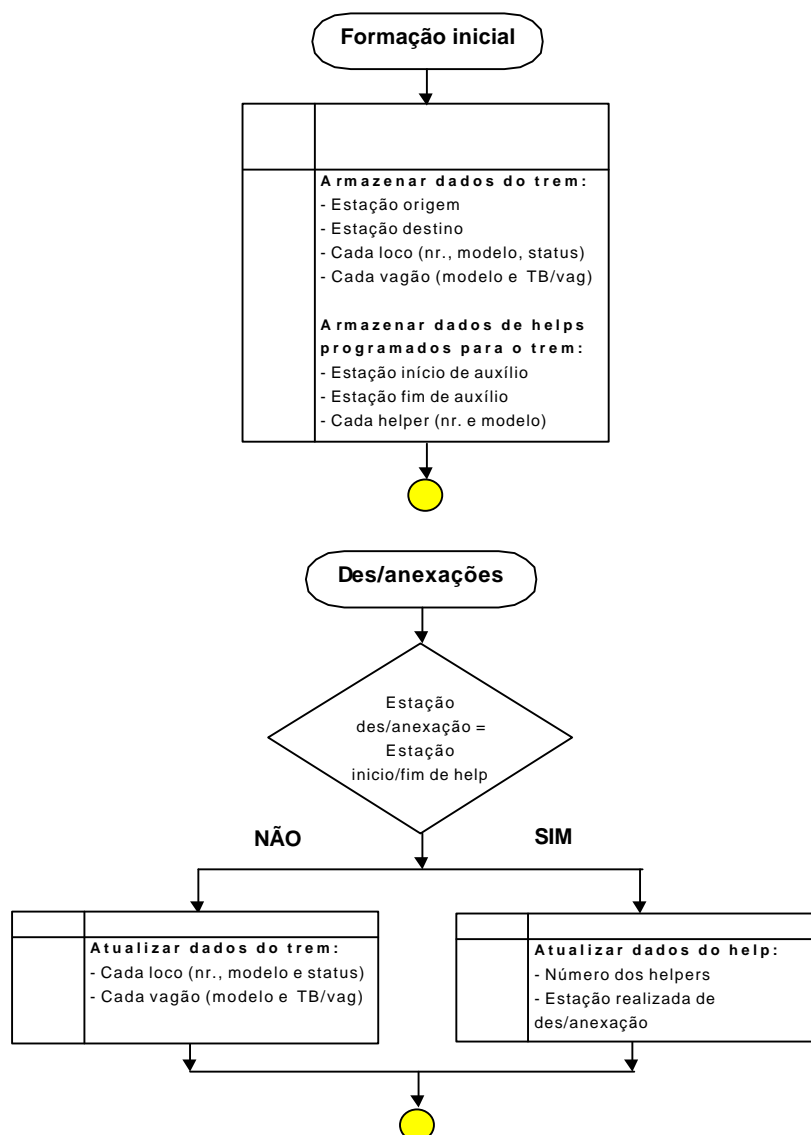
- Redução de perda de tempo com auxílios não-planejados ou realocação de locomotivas para composições que não apresentam capacidade de reboque em todo o trecho de sua viagem;
- Uso mais eficiente do HP disponível nas composições da EFC.

2. Metodologia desenvolvida

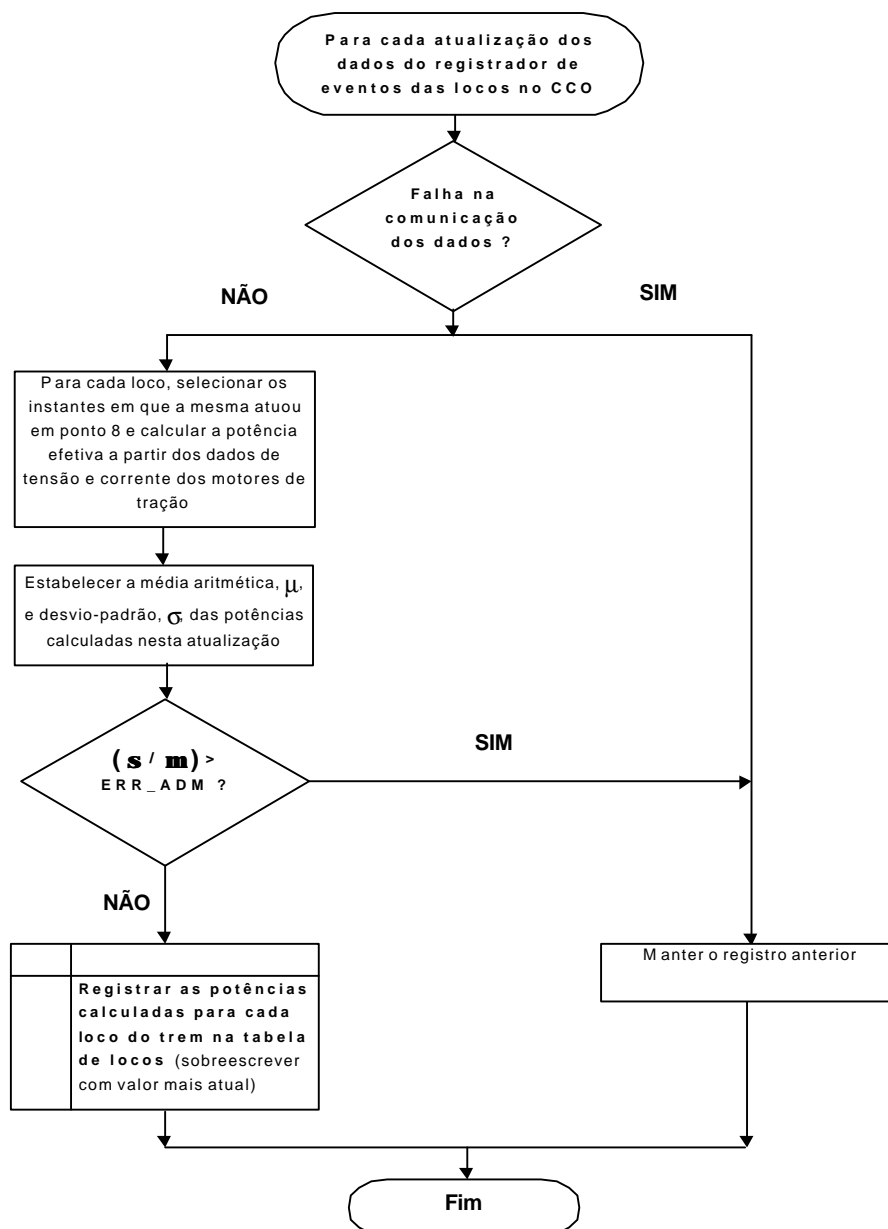
A metodologia de cálculo estabelecida neste trabalho é aplicável a toda e qualquer composição da EFC, em ambos os sentidos. Os cálculos são processados no CCO, considerando os dados de posicionamento e dos registradores de eventos *on-board* nas locomotivas de cada composição.

2.1 Processos

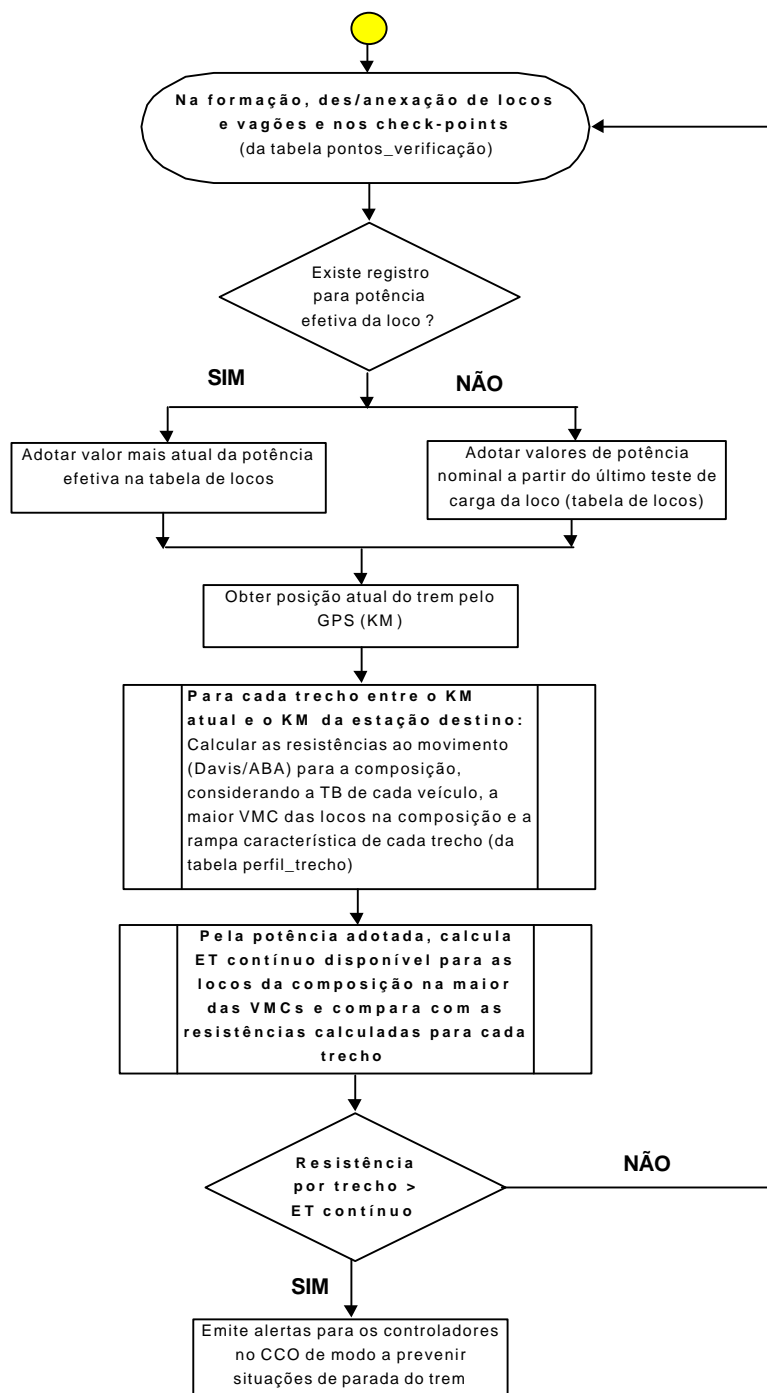
Os seguintes fluxogramas descrevem os processos envolvidos na lógica de cálculo:





Na formação e nas estações de anexação e desanexação de locos e vagões, a ficha do trem deve ser informada/atualizada de modo a alimentar as tabelas de dados para os cálculos. Na formação, os auxílios programados são informados apenas com o modelo do helper. Quando ocorre a real des/anexação de helpers, o número das locos que são efetivamente empregadas no auxílio são registradas de modo que a sua potência efetiva possa ser considerada nos cálculos da capacidade de reboque.



A cada atualização no CCO dos dados dos registradores de eventos, a potência efetiva de cada locomotiva na tração do trem é calculada, a partir da tensão e corrente desenvolvida nos motores de tração em ponto máximo, de modo que a capacidade de reboque seja avaliada pelas condições instantâneas do equipamento. Em caso de perda de sinal, o processo proposto assegura que o valor anterior mais recente seja considerado. Se não houverem registros mais recentes, o valor nominal do último teste de carga é considerado. Também, é efetuado um teste de regularidade na medida obtida da potência: Caso a razão entre o desvio-padrão pela média das últimas leituras exceda uma condição admissível de erro, estas medidas são descartadas considerando-se então apenas a última medida válida (ou a nominal, caso não existam registros recentes válidos).

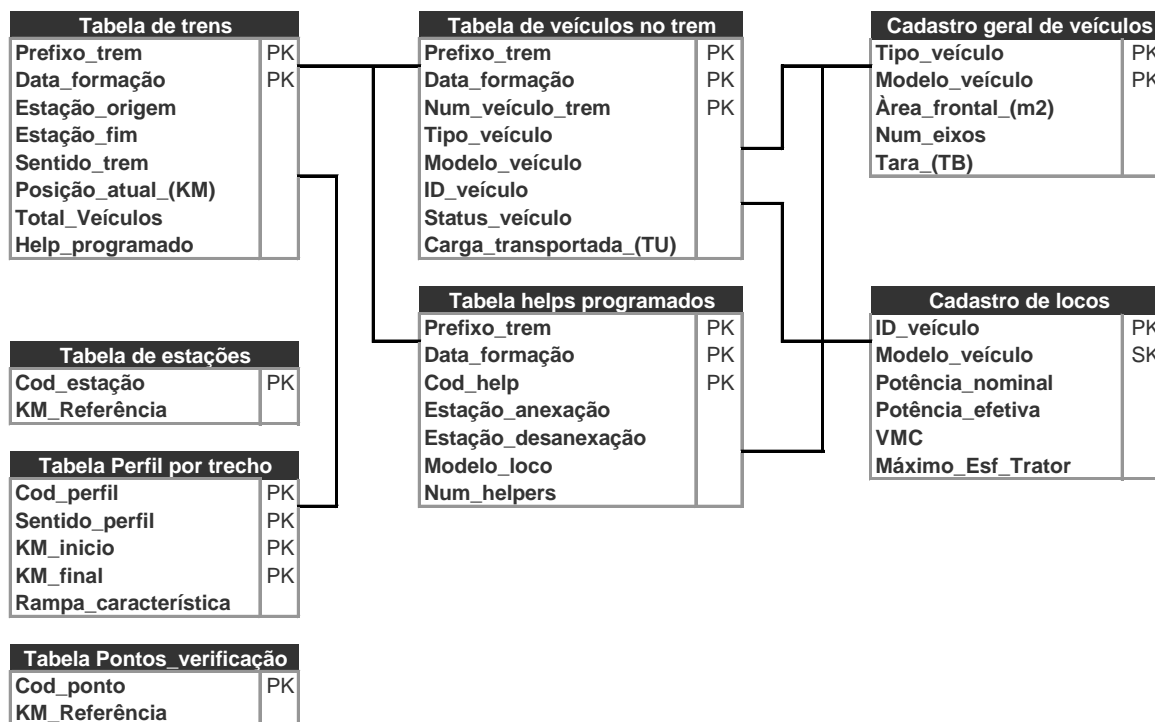


Este é o processo central. Os cálculos são efetuados de modo a considerar os parâmetros operacionais do trem, a plena potência, no limite da maior velocidade mínima contínua das locos que compõem a tração do trem tal que nenhuma condição de falha de motor de tração seja aplicada em caso de trações mistas.

 CVRD	GETEG	GAESG	
Título: Check on-line da capacidade de reboque no SGF da EFC		Nº: GAESG-096-2003	Fl.: 5/16
		Data:30/09/2003	Rev.: 00

2.2 Tabelas



As seguintes tabelas são sugeridas para compor o modelo de dados do sistema de check on-line da capacidade de reboque do SGF:



A **tabela de trens** mantém os registros de todos os trens que estão formados ou em circulação na EFC. A chave que define os trens é seu prefixo e a data de formação. O campo sentido do trem admite apenas dois valores: Exportação (ou PM) e Retorno (ou CKS). O campo posição atual é constantemente atualizado pelo SGF a partir do sinal do GPS. O campo com o total de veículos é atualizado a cada des/anexação de vagões ou locos e os campos de origem, destino e helps programados são informados na formação do trem e, a princípio, não são alterados até o destino.

A **tabela de helps** programados serve para que o cálculo da capacidade de reboque não retorne falta de capacidade, desde a formação até a estação de help, em trechos mais agressivos mas para os quais os auxílios são normalmente previstos. São definidas as estações de anexação e desanexação, modelo da locomotiva aplicada no help (SD40, C44, C36, etc.) tal que a potência nominal do modelo seja considerado já que o ID específico da máquina de auxílio só será conhecido no instante efetivo da anexação. No campo Num_helpers devem ser informados o número de locomotivas ("helpers") planejados para o auxílio, Ex: 2 locos C44.

A **tabela de veículos no trem** mantém a definição da configuração atual de cada trem na malha. O número do veículo é um sequencial automático. Tipo do veículo só admite os valores loco, vagão ou help. O modelo do veículo refere-se à frota de vagões ou locos, indistintamente (HFT, GDT, C44, SD40, etc.). O campo ID_veículo só será obrigatório caso o tipo do veículo seja loco ou help e, nesse caso, será o número de identificação da locomotiva. O status do veículo só admite os valores tracionando ou rebocado. Quando o tipo de veículo for vagão, o único valor admissível é rebocado.

 CVRD	GETEG	GAESG	
Título: Check on-line da capacidade de reboque no SGF da EFC	Nº: GAESG-096-2003	Fl.: 6/16	
	Data:30/09/2003	Rev.: 00	

O campo carga transportada refere-se à TU do veículo. Quando o tipo de veículo for loco ou help, o único valor admissível é zero.

A **tabela de cadastro geral de veículos** reúne características definíveis para todo e qualquer veículo ferroviário e que, em geral, variam apenas por modelo. Esta tabela em geral não é alterada, a menos de uma alteração estrutural aplicada a toda uma frota ou pela inclusão de novas frotas / exclusão de frotas renovadas.



A **tabela de cadastro de locos** é uma tabela com características específicas e individuais dos veículos tipo loco ou help e estão relacionados à tabela de veículos no trem pelo modelo de veículo e pelo ID_veículo. O campo potência nominal é atualizado pelos dados da oficina de locomotivas a cada teste de carga realizado sobre uma locomotiva pelo número de ID do veículo. A potência efetiva, ou "instantânea", é atualizada a cada transmissão de dados do registrador de eventos a bordo da loco, sendo calculada pelos dados de tensão e corrente medido nos motores de tração em ponto máximo, conforme descrito no item 2.1 processos. Os campos de velocidade mínima contínua (VMC) e máximo esforço trator são definidos pela oficina de locomotivas e podem diferir ligeiramente de máquina para máquina, conforme as definições da área.

A **tabela de estações** serve para traduzir todos os códigos de estações informados para origem e destino dos trens e anexação/desanexação de helps em KMs de referência da via, nos quais estão baseados os cálculos de capacidade de reboque.

A **tabela de perfil por trecho** é fundamental ao processo. O código do perfil é um sequencial automático. O campo sentido do perfil relaciona-se ao campo sentido do trem da tabela de trens e admite apenas dois valores: Exportação (ou PM) e Retorno (ou CKS). Os KMs de início e fim do trecho e a rampa característica do mesmo definem o perfil considerado para efeito do cálculo da capacidade de reboque da composição, conforme detalhado na seção 3 Processamento.

Finalmente, a **tabela de pontos de verificação** é um cadastro livre para o CCO, tal que possam ser definidos pontos da via nos quais obrigatoriamente será efetuada a verificação da capacidade de reboque deste ponto até o destino do trem.

Para todas estas tabelas devem ser criados programas de cadastro/manutenção de modo que o CCO possa gerir da forma mais adequada o sistema.

 CVRD	GETEG	GAESG	
Título: Check on-line da capacidade de reboque no SGF da EFC	Nº: GAESG-096-2003	Fl.: 7/16	
	Data:30/09/2003	Rev.: 00	

3 . Processamento

O processamento no CCO acontece no último dos processos apresentados no item 2.1 e consiste em, a cada formação de trem, ponto de verificação definido pelo CCO (*check-point*) ou des/anexação de locomotivas ou vagões no trem, calcular as resistências longitudinais de cada veículo ao movimento da composição em cada um dos trechos característicos da EFC entre o atual e o destino no sentido de deslocamento informado para o trem.

Calculadas as resistências para cada trecho, as mesmas são comparadas com o esforço trator disponível no conjunto de tração do trem (efetivo ou nominal, conforme a lógica do item 2.1) e os trechos em que a resistência excede a tração disponível são registrados.

Uma tela de consulta, automaticamente atualizada, exibe todas as composições em que não existe capacidade disponível na composição, relacionando prefixo, posição atual, e trecho aonde estão previstos os problemas segundo o modelo a seguir.

Ordenar Filtrar Imprimir Salvar Fim						
Trens com deficiência de capacidade de tração para a carga atual informada						
EFC - 02.02.03 10:42 Hs						
Prefixo	Origem		Destino	Local atual		Trecho(s) crítico(s)
	Estação	Data		Km	Estação	
C02	MRB	01.02.03	TPM	513	ACL	Km 78-70 Km 19-10
M05	TPM	30.01.03	CKS	445		Km 879-892
M11	TPM	01.02.03	CKS	817	L53	Km 879-892
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Deve existir uma função na tela para ordenar os dados por Tipo/Prefixo do trem, por Data de formação, por Estação de formação, por Estação de Destino ou por Local Atual. As opções para Filtrar são as mesmas.

Deve haver opção para gerar um relatório do "instantâneo" desta consulta para uso dos controladores. Neste caso, o mesmo sempre deve apresentar a data/hora atual do SGF. A princípio, não existe necessidade de armazenamento constante destas informações no banco de dados do SGF, mas deve estar disponível uma função na tela para gravação local em disco do relatório no formato TXT.

3.1 Cálculo da resistência ao movimento

A resistência unitária ao movimento de um veículo ferroviário pode ser expressa como uma expansão em série de potências com a velocidade. Em alguns termos temos também a dependência com o peso do veículo (W) ou a carga por eixo (W/e). Aplicando o peso bruto e o efeito da inclinação na rampa característica de cada trecho (com a aproximação de $W \cdot \sin \alpha \cong W \cdot \alpha$, válida para pequenos ângulos), obtemos a resistência total ao movimento para cada veículo:

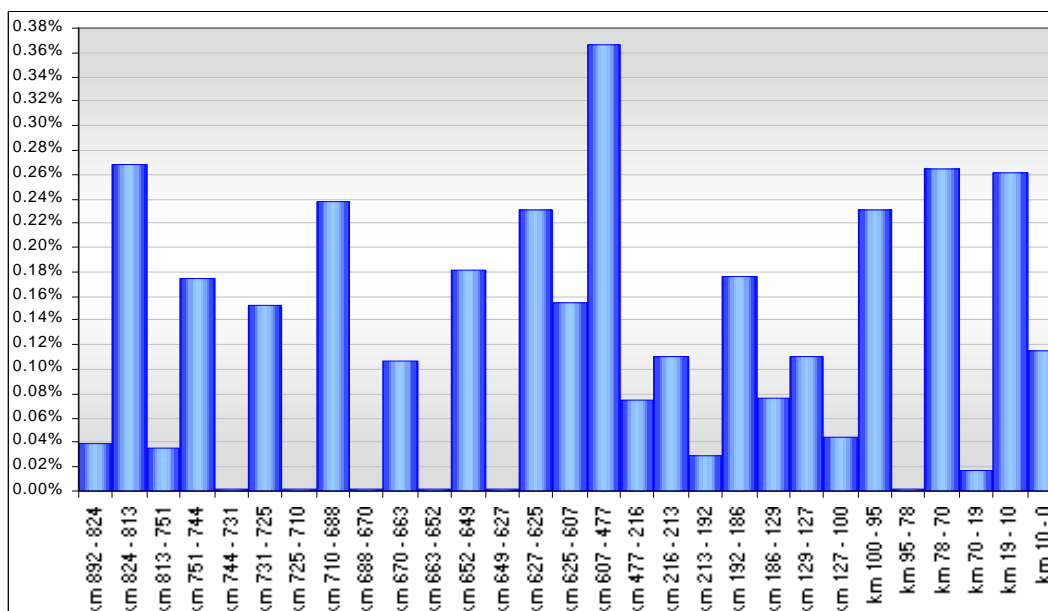
$$R_{[kg]} = A.W + B.e + C.W.v + D.S.v^2 + \alpha.W$$

Onde A, B, C e D são coeficientes empíricos, "e" é o número de eixos do cadastro geral de veículos, "W" é o peso total do veículo em t (tara do cadastro geral de veículos + TU da tabela de veículos do trem), "S" é a área frontal do cadastro geral de veículos em m², "v" é a maior entre as VMCs das locomotivas na composição em km/h (da tabela de cadastro de locos) e α é a rampa característica de cada trecho (adimensional, da tabela de perfil por trecho).

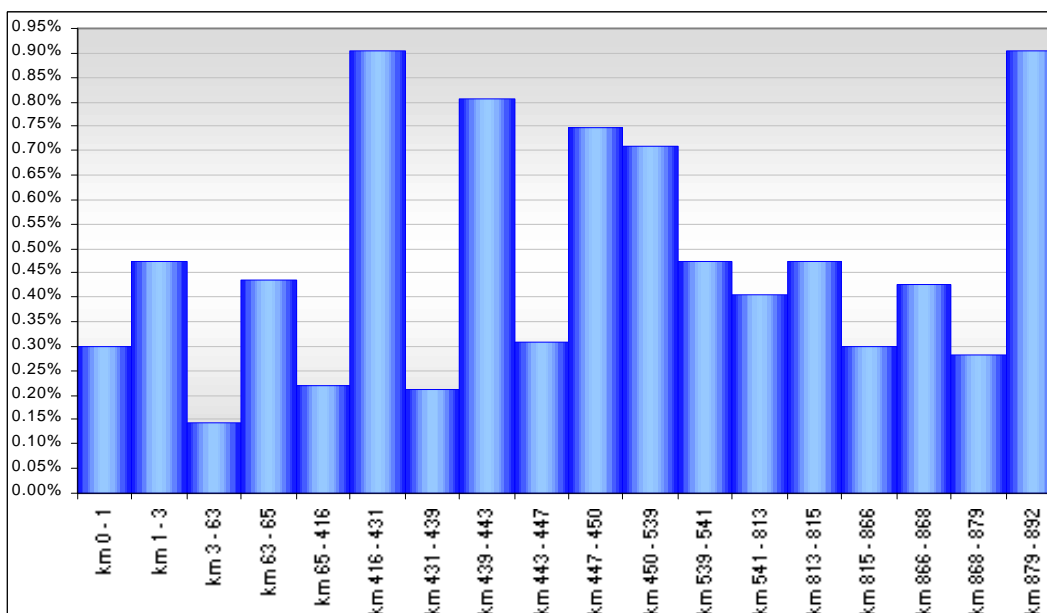
A tabela a seguir apresenta os coeficientes, convertidos para unidades convenientes, a serem utilizados nos cálculos sendo a formulação clássica de Davis empregada para as locomotivas comandantes, a formulação do prof. Leopoldo Rosa para locomotivas comandadas ou remotas e os coeficientes propostos pela ABA para os vagões:

Tipo de veículo	A (kg/t)	B (kg)	C (kg/t.kmh)	D (kg/m².kmh²)
Loco comandante AAR (Davis, 1926)	0.65	13.15	0.00932	0.00456
Loco comandada Leopoldo Rosa	0.65	13.15	0.00932	0.00115
Vagão ABA, 1975	0.3	9.1	0.003	0.0125

As figuras a seguir apresentam as rampas dos trechos característicos da EFC, respectivamente, no sentido exportação (CKS-PM) e retorno (PM-CKS). O detalhamento da metodologia empregada para determinação das rampas características está no Anexo 1 deste trabalho.



Rampas características por trecho da EFC no sentido CKS-PM



Rampas características por trecho da EFC no sentido PM- CKS

3.2 Cálculo do esforço trator das locomotivas na composição

Para o cálculo do esforço trator das locomotivas na composição, partiremos da premissa de que a curva de esforço trator pode ser representada com boa aproximação por uma isopotencial na forma:

$$ET(v) = \frac{k}{v}$$

Onde "v" é a maior das VMCs para as locomotivas na composição em km/h, "ET" é o esforço trator da locomotiva em t e "k" é uma constante que determina a inclinação da curva e relaciona-se diretamente à potência útil da locomotiva:

$$k = a \cdot HP_{\#8}$$

Onde "a" é um coeficiente de ajuste entre a potência nominal em ponto máximo, obtida nos testes de carga, e os valores de esforço trator conhecidos para velocidades de referência. Considerando os dados de potência nominal obtidos em teste de carga para os diversos modelos de locomotivas da EFC, repassados pela oficina, e os dados de VMC (velocidade mínima contínua), CTE (esforço trator contínuo) e máximo esforço trator por modelo disponibilizados na intranet, obtemos os seguintes valores para os coeficientes de ajuste "a" por modelo de locomotiva:

Dados da oficina para os modelos da EFC:

	C36-7	C44-9	SD40-2	C40-8	SD60
Potência nom. (HP)	3,600	4,390	3,000	3,990	3,800
Potência nom. (t.km/h)	814	996.24	573	875.62	875.45
ET máx (t)	54	67.7	54.4	63.504	68.04
CTE (t)	44	50.315	41.223	49.442	45.36
VMC (km/h)	18.5	19.8	13.9	17.71	19.3

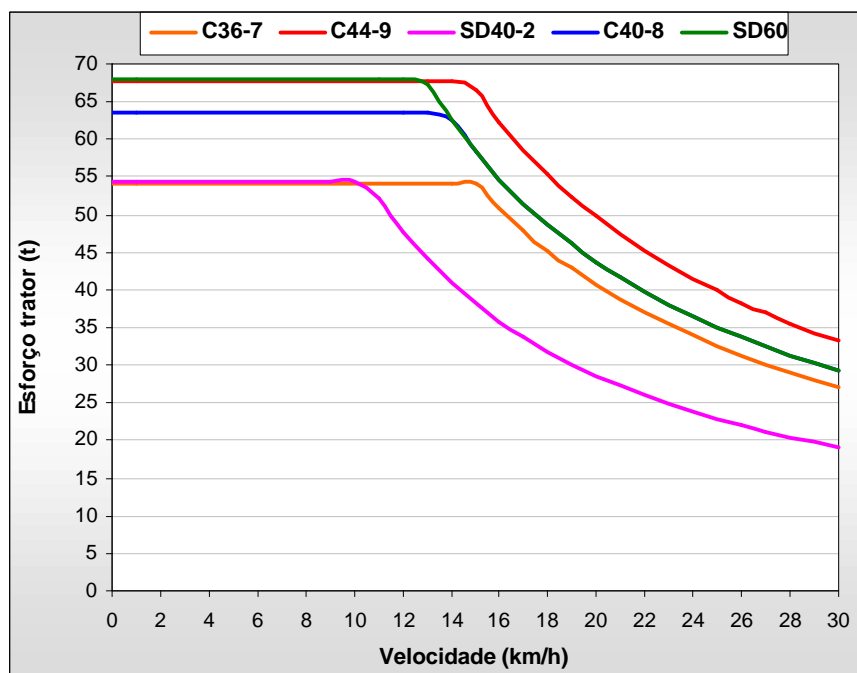
Coefficientes "a" para ajuste das curvas isopotenciais:

Ajuste na curva ET #8	83%	83%	70%	80%	84%
------------------------------	------------	------------	------------	------------	------------

Parâmetros calculados pelas curvas ajustadas para conferência:

ET máx calculado (t)	54	67.7	54.4	63.5	68.0
CTE calculado (t)	44.0	50.315	41.223	49.442	45.36
Vel p/ ET máx (km/h)	15.07	14.715	10.5	13.8	12.9



A tabela anterior, apresenta então os valores de "HP_{#8}" (no caso, os valores na linha da potência nominal em t.km/h) e "a" por modelo a ser aplicado no sistema (adimensional). Os gráficos abaixo exibem as curvas otidas pelas equações isopotenciais para cada modelo:



3.3 Critério de insuficiência na capacidade de reboque

O critério a ser seguido no cálculo é tal que sempre será considerada a maior das VMCs para determinação do esforço trator disponível. Deste modo não é imposto a nenhuma das locomotivas na composição uma condição que sujeite o equipamento a falhas de tração, por exemplo, em caso de trações mistas (ex: 1 C36 + 1 C44). A lógica da verificação é a seguinte:

- A cada formação de trem, des/anexação de locos e/ou vagões, ou ao passar o trem pelos check-points, efetuar a verificação;

 CVRD	GETEG	GAESG	
Título: Check on-line da capacidade de reboque no SGF da EFC	Nº: GAESG-096-2003	Fl.: 11/16	
	Data:30/09/2003	Rev.: 00	

- Nesta, devemos primeiro calcular as resistências individuais de cada veículo ao movimento. A soma de todas elas é registrada como a resistência_interna_do_trem (incluindo locos tracionando e rebocadas, vagões carregados e vazios). Neste passo consideramos apenas a parcela "interna", ou seja, aquela que independe das características da via: $A.W + B.e + C.W.v + D.S.v^2$
- Após, calculamos o esforço trator disponível em cada loco, considerando a potência nominal ou efetiva de cada uma (conforme a lógica dos processos no item 2.1) e a maior VMC entre todas as locos no trem. A soma é registrada como o esforço_trator_total_do_trem. Notar que nesta etapa devem ser verificada a existência de helps planejados na tabela de trens. Se existirem, um segundo valor esforço_trator_total_do_trem_com_help deve ser calculado da mesma forma e armazenado juntamente;
- Para cada trecho característico, na tabela de perfil por trechos, entre a posição atual do trem e seu destino, e respeitando o sentido de deslocamento do mesmo, é calculada a resistência_total_do_trem como a soma da resistência_interna_do_trem com o produto entre a rampa característica do trecho e a TB total do trem;
- A cada trecho característico, a Resistência_total_do_trem deve ser comparada com o esforço_trator_total_do_trem, ou com esforço_trator_total_do_trem_com_help para trechos em que existe help planejado. Se a resistência excede o esforço disponível, verifica-se uma situação de falta de capacidade de reboque a qual será apontada em consulta do sistema para alerta aos controladores no CCO.

$Resistência_total_do_trem(t) > Esforço_trator_total_do_trem(t)$ <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">INSUFICIENCIA DE CAPACIDADE DE REBOQUE</p>

A lógica exposta para o critério de verificação está apresentada no seguinte pseudo-código:

```

'Cálculo da resistência "interna" do trem, ou seja, da parcela que independe das características da via
v = 0
Para cada veículo da 1ª_Loco até último_vagão_no_trem
  Se tipo_veiculo = "Locomotiva comandante" faça
    A = 0.65
    B = 13.15
    C = 0.00932
    D = 0.00456
    Se VMC ( veículo ) > v faça v = VMC ( veículo )
  Senão Se tipo_veiculo = "Locomotiva comandada" faça

```

**GETEG****GAESG****Título: Check on-line da capacidade de reboque
no SGF da EFC**

Nº: GAESG-096-2003

Fl.: 12/16

Data:30/09/2003

Rev.: 00

A = 0.65
B = 13.15
C = 0.00932
D = 0.00115
Se VMC (veiculo) > v faça v = VMC (veiculo)

Senão Se tipo_veiculo = "Vagão" faça

A = 0.3
B = 9.1
C = 0.003
D = 0.0125

Fim do Se tipo_veiculo

Resist_interna(veiculo) = A * (tara_veiculo + TU_veiculo) + B * nr_eixos_veiculo +
C * (tara_veiculo + TU_veiculo) * v + D * Area_veiculo * (v ^ 2)

Resist_interna_total = Resist_interna_total + Resist_interna (veiculo) / 1000

Próximo veiculo_no_trem

'Cálculo do esforço trator disponível para cada locomotiva no trem

Para cada Loco da 1ª_Loco até última_loco_no_trem

Esforço_trator (loco) = a (modelo_da_loco) * Potencia_adotada (loco) / v
Esforço_trator_trem = Esforço_trator_trem + Esforço_trator (loco)

Próxima Loco

'Verifica se existem helps programados para o trem. Caso afirmativo, calcula o esforço total disponível com os helps

Se Help_programado > 0 Faça

Para cada Help de 1 até Help_programado

Para cada Helper do 1º_Helper até última_loco_no_help
Esforço_trator (Helper) = a (modelo_da_loco) * Potencia_nominal (modelo_da_loco) / v
Esforço_trator_trem_com_help (Help) = Esforço_trator_trem + Esforço_trator (Helper)

Próximo Helper

'Este esforço disponível com help deve ser associado ao trecho de sua aplicação de modo que possa ter diferentes
'helps cadastrados para o mesmo trem em diferentes trechos



Próximo Help

' Cálculo da resistência total, somando a parcela interna com a dependente da rampa característica para cada trecho na
' tabela de perfil. Se a resistência total excede o esforço disponível para o trecho é chamada a rotina de alerta para falta de
' capacidade

Para cada trecho_característico do local_atual até estação_destino

Resistencia (trecho) = Resist_interna_total + Rampa% (trecho) * TB_Trem
Se Resistencia (trecho) > Esforço_trator_trem (trecho) então TRECHO_FALTA_CAPACIDADE

Próximo trecho_característico

 CVRD	GETEG	GAESG	
Título: Check on-line da capacidade de reboque no SGF da EFC	Nº: GAESG-096-2003		Fl.: 13/16
	Data:30/09/2003		Rev.: 00

4 . Conclusões

O Presente trabalho estabelece a lógica de funcionamento, o modelo de dados e a metodologia de cálculo para o desenvolvimento de um sistema de *check on-line* da capacidade de reboque das composições na malha da EFC, a partir do processamento no CCO. Este sistema deve ser implantado como um módulo do SGF do Sistema Norte.



Como resultado adicional, porém não de menor importância, as tabelas de perfis característicos por trechos da EFC no sentido exportação e retorno são definidas. Esta definição é chave para a elaboração de quadros de tração úteis ao dimensionamento preciso de composições de quaisquer tipos na EFC.

Importante também é a definição dos coeficientes para as equações isopotenciais que definem de forma paramétrica as curvas de esforço trator para os modelos de locomotivas aplicados à tração de minério e carga geral na EFC. Esta forma paramétrica é mais útil à aplicação em sistemas.

Analista responsável
Correio eletrônico

Tito Lívio Medeiros Cardoso
tito.livio@cvr.com.br

Início	12 / 09 / 2003
Status	Concluído

 CVRD	GETEG	GAESG	
Título: Check on-line da capacidade de reboque no SGF da EFC	Nº: GAESG-096-2003		Fl.: 14/16
	Data:30/09/2003		Rev.: 00

ANEXO 1. Determinação do "perfil característico" da EFC

A metodologia consistem em segmentar a EFC, para cada sentido, em trechos menores "característicos", ou seja, trechos nos quais a via apresenta uma resistência semelhante ao movimento de trens em função de suas rampas e curvas, ou rampas equivalentes.

O "perfil" resume-se a uma tabela de rampas equivalentes "características" da resistência do trecho, as quais podem ser utilizadas para:



- Avaliar se uma determinada composição apresenta capacidade de reboque em todo os trechos característicos entre a origem e o destino;
- Dimensionar uma nova composição para determinada origem-destino a partir da pior rampa nos trechos característicos. Este dimensionamento pode atender a diferentes critérios: Pelo limite de capacidade das locos, Tal que nenhuma das locos tracione abaixo da VMC, entre outros.

Para determinar dos trechos característicos do perfil foram empregados simuladores ferroviários, caracterizando os trens simulados pela razão peso/potência (estudos anteriores determinaram que o comportamento do trem na EFC se repete com boa aproximação para diferentes trens com mesma razão peso/potência). Desta forma, foram efetuadas 66 simulações variando a razão de 1,772 a 7,146 TB/HP no sentido exportação e 0,636 a 2,461 TB/HP no sentido retorno marcando em cada simulação os trechos de "stall", ou seja, aqueles em que se observa falta de capacidade de reboque para a composição.

A partir deste mapeamento, foram estabelecidos 29 trechos contínuos no sentido exportação e 18 no sentido retorno nos quais o limite à razão TB/HP admissível é aproximadamente uniforme. Como a base do cálculo de resistência ao movimento empregado pelo simulador é exatamente igual ao utilizado neste trabalho (vide item 3.1) é possível efetuar o cálculo inverso e determinar a rampa equivalente que conduz a esta resistência e, então, à limitação na razão HP/TB.

A tabela a seguir apresenta os trechos característicos obtidos desta forma para o sentido exportação:

	Trecho	TB/HP máx	vg/3.6kHP	Rampa eq.
1	km 892 - 824	11.263	327	0.04%
2	km 824 - 813	3.632	104	0.27%
3	km 813 - 751	11.746	341	0.03%
4	km 751 - 744	5.010	144	0.17%
5	km 744 - 731	17.222	500	0.00%
6	km 731 - 725	5.527	159	0.15%
7	km 725 - 710	17.222	500	0.00%
8	km 710 - 688	3.977	114	0.24%
9	km 688 - 670	17.222	500	0.00%
10	km 670 - 663	6.973	201	0.11%
11	km 663 - 652	17.222	500	0.00%
12	km 652 - 649	4.872	140	0.18%
13	km 649 - 627	17.222	500	0.00%
14	km 627 - 625	4.080	117	0.23%
15	km 625 - 607	5.408	157	0.15%
16	km 607 - 477	2.806	80	0.37%
17	km 477 - 216	8.473	246	0.07%
18	km 216 - 213	6.801	196	0.11%
19	km 213 - 192	12.469	362	0.03%
20	km 192 - 186	4.976	143	0.18%
21	km 186 - 129	8.370	243	0.08%

 CVRD	GETEG	GAESG	
Título: Check on-line da capacidade de reboque no SGF da EFC		Nº: GAESG-096-2003	Fl.: 15/16
		Data:30/09/2003	Rev.: 00

22	km 129 - 127	6.801	196	0.11%
23	km 127 - 100	10.850	315	0.04%
24	km 100 - 95	4.080	117	0.23%
25	km 95 - 78	17.222	500	0.00%
26	km 78 - 70	3.667	105	0.26%
27	km 70 - 19	14.122	410	0.02%
28	km 19 - 10	3.701	106	0.26%
29	km 10 - 0	6.579	191	0.12%

A tabela a seguir apresenta os trechos característicos obtidos para o sentido retorno:

	Trecho	TB/HP máx	vg/3.6kHP	Rampa eq.
1	km 0 - 1	3.272	95	0.30%
2	km 1 - 3	2.204	64	0.47%
3	km 3 - 63	5.718	166	0.14%
4	km 63 - 65	2.377	69	0.43%
5	km 65 - 416	4.168	121	0.22%
6	km 416 - 431	1.206	35	0.90%
7	km 431 - 439	4.340	126	0.21%
8	km 439 - 443	1.343	39	0.81%
9	km 443 - 447	3.203	93	0.31%
10	km 447 - 450	1.447	42	0.75%
11	km 450 - 539	1.516	44	0.71%
12	km 539 - 541	2.204	64	0.47%
13	km 541 - 813	2.514	73	0.41%
14	km 813 - 815	2.204	64	0.47%
15	km 815 - 866	3.272	95	0.30%
16	km 866 - 868	2.411	70	0.43%
17	km 868 - 879	3.410	99	0.28%
18	km 879 - 892	1.206	35	0.90%

Apenas como exemplo, é interessante observar que para um trem de 2 C36 e 206 GDT com 25.904 TB (100% sinter) temos incapacidade de reboque no trecho 16 do sentido exportação (km 607 a 477), justamente a região do atual help entre o km 617 (L41-Vila Nova) e 480 (L30). Para o mesmo trem 100% sinter com 208 GDT e 26.152 TB temos alertas para os trechos 16 e 2 (km 824 a 813), justamente o trecho para o qual está sendo proposto o projeto do novo help na Locação 53 para os trens mais pesados. Verifica-se que a metodologia empregada mantém boa aderência com a prática observada na EFC.