



Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO

Caderno técnico Correção Geométrica

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
Diretoria Geral
Diretoria de Planejamento e Pesquisa
Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes

Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO

Versão 1.1
Mês de referência: janeiro de 2025

Caderno técnico Correção Geométrica



Controle de versão do Caderno técnico

Número da versão	Referência	Descrição das alterações	Data da entrega da versão	Documento de referência	Observações
1.0	janeiro de 2025	-	24/03/2025	Informativo SICRO nº 01/2025, de 25/03/2025.	-
1.1	janeiro de 2025	adequação dos vínculos dos sumários e melhoria de itens de formatação	21/05/2025	-	-



APRESENTAÇÃO

O Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO constitui a síntese de todo o desenvolvimento técnico das áreas de custos do extinto Departamento Nacional de Estradas e Rodagem – DNER e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT na formação de preços referenciais para contratação e desenvolvimento de obras públicas na área de infraestrutura de transportes.

Consoante a história desses relevantes órgãos, o SICRO abrange o conhecimento e a experiência acumulados desde a edição das primeiras tabelas referenciais de preços, passando pelo pioneirismo na conceituação e aplicação das composições de custos, até as mais recentes diferenciações de serviços e modais de transportes, particularmente no que se refere às composições de custos de serviços ferroviários e hidroviários.

Em alinhamento com a constante evolução dos procedimentos executivos de serviços de engenharia, associados ao aprimoramento tecnológico dos insumos empregados no desenvolvimento das atividades, torna-se primordial manter um processo contínuo de revisão do sistema, de modo a prover ao seu usuário uma ferramenta de orçamentação representativa e atualizada de forma harmônica com métodos de trabalho inovadores adotados no âmbito de empreendimentos de infraestrutura de transportes.

Nesse sentido, visando promover uma abordagem expandida das premissas e metodologias já consolidadas, incorporando novos elementos técnicos, ampliando seu arcabouço conceitual, foi concebida uma nova estrutura organizacional para os dispositivos integrantes do sistema, cujos conteúdos encontram-se incorporados nos seguintes itens:

- manuais de custos - metodologia e conceitos;
- memoriais de cálculo - cadernos técnicos e planilhas de equipes mecânicas;
- aplicação de metodologias.

Nos manuais de custos constam os elementos teóricos e diretivos que constituem as metodologias empregadas no desenvolvimento das composições de custos referenciais do SICRO, bem como de todos os instrumentos aplicados na formação de orçamentos e precificação de obras de infraestrutura de transportes.

Os cadernos técnicos apresentam as metodologias executivas das atividades e as respectivas condições de contorno adotadas no cálculo dos consumos dos materiais e produção horária dos serviços, suas respectivas memórias e as planilhas de equipes mecânicas.

A aplicação de metodologias possui por objetivo instituir um guia prático para elaboração de orçamentos baseados no SICRO, estabelecendo diretrizes básicas para tomada de decisão e exemplos práticos que ilustram o emprego das diferentes ferramentas que integram o sistema.



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Forças atuantes em um veículo em uma curva com superelevação .	4
Figura 2 - Variação da superelevação na via ferroviária	4
Figura 3 - Atividades integrantes do grupo de serviços de correção geométrica	7

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produções horárias do serviço de nivelamento contínuo com socaria manual	9
Tabela 2 - Produções horárias do serviço de nivelamento contínuo com grupo vibrador	11
Tabela 3 - Produções horárias do serviço de nivelamento contínuo com socadora automática de linha	13
Tabela 4 - Produções horárias do serviço de regularização manual de lastro .	16
Tabela 5 - Relação das composições de custos por subgrupo - correção geométrica.....	20



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Elementos altimétricos	1
1.2	Planimetria	2
1.3	Critérios de aplicação da superelevação máxima	5
1.4	Parâmetros referenciais.....	5
2	SERVIÇOS	7
2.1	Aferição da geometria da via.....	7
2.1.1	Aferição da geometria da via com carro controle	7
2.1.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>8</i>
2.1.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>8</i>
2.1.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>8</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>8</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>9</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>9</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>9</i>
2.2	Nivelamento com socaria	9
2.2.1	Nivelamento contínuo com socaria manual	9
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>9</i>
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>9</i>
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>9</i>
2.2.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>10</i>
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>10</i>
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>10</i>
2.2.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>10</i>
2.2.2	Nivelamento contínuo com grupo vibrador	10
2.2.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>10</i>
2.2.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>11</i>
2.2.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>11</i>
2.2.2.4	<i>Mão de obra</i>	<i>12</i>
2.2.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>12</i>
2.2.2.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>12</i>
2.2.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>12</i>
2.2.3	Nivelamento contínuo com socadora automática de linha.....	12
2.2.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>12</i>



2.2.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	12
2.2.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	13
2.2.3.4	<i>Mão de obra</i>	13
2.2.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	13
2.2.3.6	<i>Operações de transporte</i>	13
2.2.3.7	<i>Critérios de medição</i>	13
2.2.4	Nivelamento de junta com socaria manual	13
2.2.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	14
2.2.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	14
2.2.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	14
2.2.4.4	<i>Mão de obra</i>	14
2.2.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	14
2.2.4.6	<i>Operações de transporte</i>	14
2.2.4.7	<i>Critérios de medição</i>	14
2.3	Estabilização dinâmica da via	15
2.3.1	Estabilização dinâmica da via	15
2.3.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	15
2.3.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	15
2.3.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	15
2.3.1.4	<i>Mão de obra</i>	15
2.3.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	15
2.3.1.6	<i>Operações de transporte</i>	15
2.3.1.7	<i>Critérios de medição</i>	16
2.4	Regularização do lastro	16
2.4.1	Regularização manual do lastro	16
2.4.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	16
2.4.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	16
2.4.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	16
2.4.1.4	<i>Mão de obra</i>	16
2.4.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	17
2.4.1.6	<i>Operações de transporte</i>	17
2.4.1.7	<i>Critérios de medição</i>	17
2.4.2	Regularização do lastro com reguladora de lastro	17
2.4.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	17
2.4.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	17



2.4.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	17
2.4.2.4	<i>Mão de obra</i>	17
2.4.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	18
2.4.2.6	<i>Operações de transporte</i>	18
2.4.2.7	<i>Critérios de medição</i>	18
2.5	Capina química	18
2.5.1	Capina química da plataforma ferroviária	18
2.5.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	18
2.5.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	18
2.5.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	18
2.5.1.4	<i>Mão de obra</i>	18
2.5.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	19
2.5.1.6	<i>Operações de transporte</i>	19
2.5.1.7	<i>Critérios de medição</i>	19
APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - CORREÇÃO GEOMÉTRICA		20



1 INTRODUÇÃO

O presente caderno técnico compreende as diretrizes metodológicas utilizadas na elaboração das composições de custos associadas ao grupo de serviços de correção geométrica, bem como os memoriais de cálculo descritivo desenvolvidos para a obtenção dos parâmetros empregados.

Contextualizando acerca do tema, correção geométrica consiste na conformação do lastro de brita, visando promover o pleno alinhamento e nivelamento da via, consoante aos requisitos técnicos estabelecidos, ao passo que em seu processo construtivo a grade é lançada sobre a infraestrutura da plataforma ferroviária sem as características planialtimétricas definitivas.

Para a adequada circulação do material rodante, faz-se necessário aplicar inclinações longitudinais e transversais ao eixo da via, de modo a combater os efeitos das forças associadas ao deslocamento dos comboios. Tais intervenções geométricas são obtidas a partir da execução do posicionamento da grade e do nivelamento nos dois sentidos de tráfego, cujas atividades são realizadas por meio da socaria mecânica ou manual do lastro sob os dormentes.

A geometria da via permanente é constituída por três planos referenciais que identificam a posição relativa dos trilhos. No sentido longitudinal, tem-se as inclinações ou rampas interligadas por curvas de concordância vertical compondo o perfil altimétrico.

Em planta, são observadas as tangentes que, interligadas por setores curvos horizontais de características variáveis, formam o perfil planimétrico da via.

Por fim, pode ocorrer a variação espacial no plano transversal à grade, em virtude da necessidade de se adotar superelevação nas curvas, as quais são geradas por anomalias no sentido longitudinal, por desnivelamento, empeno da grade (torção), entre outros eventos.

1.1 Elementos altimétricos

a) rampa

Na altimetria, os elementos básicos são constituídos por curvas e tangentes definidas em função de um plano vertical. As tangentes podem estar posicionadas em rampas ou em nível. As curvas são os elementos de concordância que interligam as tangentes, sendo côncavas ou convexas.

A concordância vertical resume-se em considerar dois greides retos definidos por suas respectivas declividades ou rampas, concordados por uma curva. As rampas são ascendentes ou descendentes de acordo com o sentido de circulação de determinado trem, cujos valores são expressos em porcentagem, indicando a variação da cota ou posição vertical entre dois pontos em relação à respectiva distância horizontal.



b) rampa compensada

Expressa um valor fictício de rampa na qual a resistência imposta à circulação do trem se equivale à soma dos esforços gerados pela curva horizontal e pela rampa real da linha.

Quando um projeto estabelece uma rampa máxima de 1% compensada, define-se que para um segmento de ferrovia em tangente em planta, o valor real da rampa deve ser exatamente de 1%. Já em segmentos de ferrovia em curva em planta, a rampa real tem que ser menor que o 1% determinado em projeto, de forma a compensar o fator restritivo adicional da curva.

1.2 Planimetria

a) curva circular

Se caracteriza por possuir um raio único em toda sua extensão.

b) curva composta

Formada por duas curvas circulares de mesmo sentido e diferentes raios, sem que haja uma tangente entre elas. Entre os segmentos circulares existe uma curva de transição espiral.

c) curva reversa

Formada por duas curvas de sentido contrário entre si, sem que haja uma tangente entre elas.

d) nivelamento longitudinal

Consiste na disposição das cotas do topo de trilho no sentido longitudinal da via ao longo do traçado. O chamado desnivelamento longitudinal é caracterizado pela existência de pontos altos e baixos de ocorrência simultânea em ambas as filas de trilho ao longo da via.

e) nivelamento transversal

Consiste na diferença de cota entre um trilho e outro no mesmo ponto de uma determinada seção transversal.

O nivelamento transversal, medido nos segmentos tangentes, ou a superelevação, medida nas curvas, é a diferença de cota entre o topo dos trilhos da linha, no mesmo ponto quilométrico. O objetivo da aplicação de superelevação nas vias férreas é compensar o efeito da força centrífuga nas curvas, onde o veículo tende a ser deslocado para o lado externo da curva.

A compensação é realizada por meio da elevação do trilho externo em função do raio da curva e da velocidade dos trens.



f) empeno

A variação do nivelamento transversal entre dois pontos de medição denomina-se empeno. Nas curvas de transição, a superelevação tem que variar de zero até o valor limite calculado para a curva circular. Nesses segmentos, têm-se empenos dimensionados e que devem atender aos limites máximos de variação estabelecidos.

g) superelevação

Quando um veículo ferroviário percorre uma curva, encontra-se sujeito à ação da força centrífuga. Consequentemente, os frisos das rodas são forçados de encontro ao trilho externo da curva, acelerando o desgaste do friso e da superfície lateral interna do boleto do trilho. Em casos extremos, pode ocasionar o descarrilamento e/ou tombamento do veículo ferroviário.

Para evitar tais efeitos indesejáveis, procede-se a inclinação da via nas curvas, promovendo a elevação do trilho externo em relação ao interno. Dessa forma, o veículo ferroviário transpõe a curva de modo inclinado, provocando o surgimento de uma outra força dirigida para a parte interna da curva, denominada centrípeta. Essa força é responsável por contrabalançar os efeitos da força centrífuga.

A diferença de altura entre os trilhos externo e interno em um determinado ponto da curva é denominada “superelevação”. O incremento de altura ao trilho externo nas curvas é calculado em função do raio e da velocidade máxima dos trens na via.

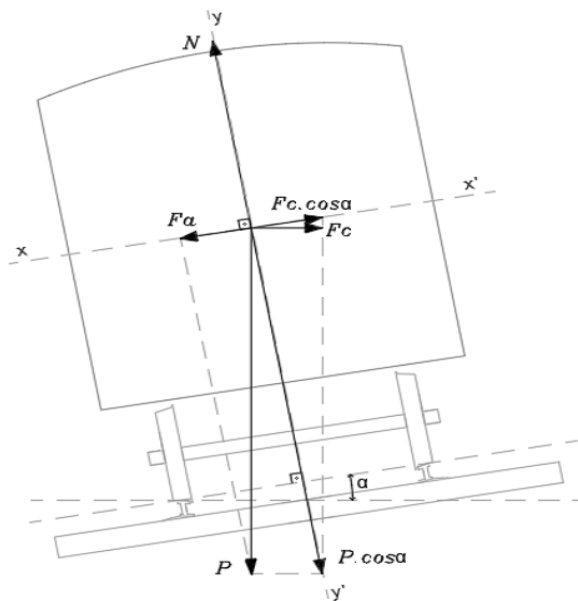
As principais funções da superelevação em uma via férrea são:

- produzir uma melhor distribuição de cargas em ambos os trilhos;
- reduzir os defeitos superficiais e desgastes dos trilhos e dos materiais rodantes;
- compensar parcial ou totalmente o efeito da força centrífuga com redução de suas consequências;
- proporcionar conforto aos passageiros.

A figura 1 apresenta um esquema das forças atuantes em um veículo percorrendo o segmento em curva de uma via com superelevação.



Figura 1 - Forças atuantes em um veículo em uma curva com superelevação



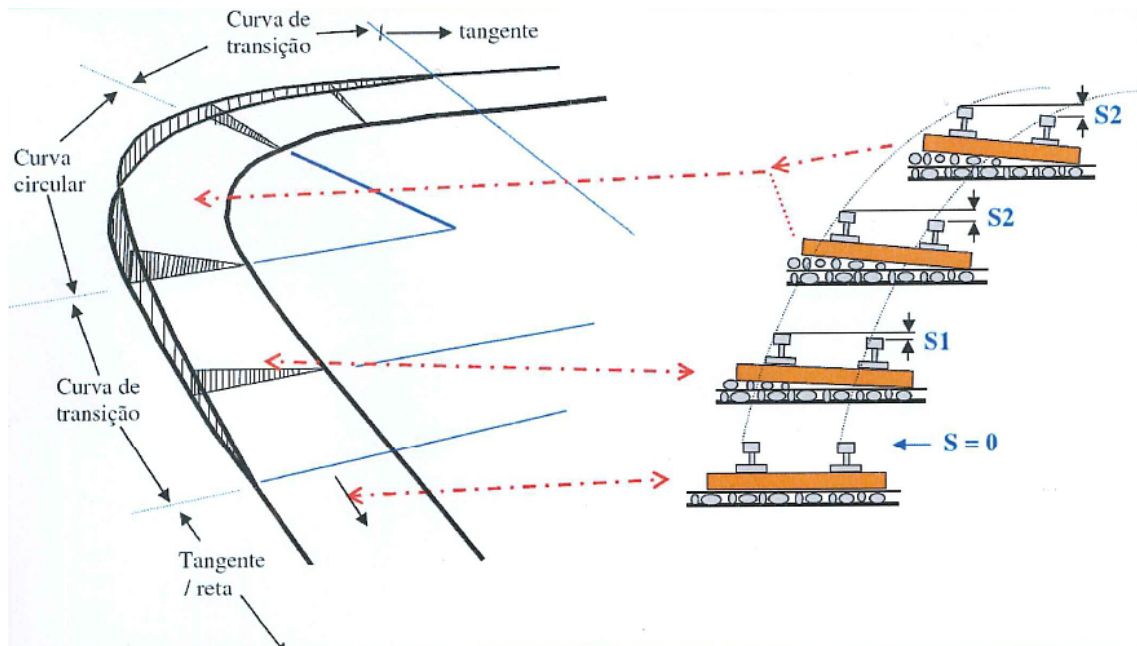
onde:

- F_c representa a força centrípeta;
- F_a representa a força de atrito;
- P representa o peso do veículo;
- α representa o ângulo de inclinação da via; e
- N representa a força normal.

Fonte: FGV IBRE

Já a figura 2 apresenta a variação da superelevação em uma via ferroviária nos segmentos em tangente, em curva de transição e em curva circular.

Figura 2 - Variação da superelevação na via ferroviária



Fonte: HUNGRIA, Luiz Henrique. **Segurança operacional de trens de carga**. Curitiba: All Print editora, 2017.

Para linhas com bitola métrica, a superelevação máxima não deve ultrapassar o valor de 100 mm, devido ao risco de tombamento dos vagões caso haja necessidade de uma parada na curva. Para linhas de bitola larga/mista, a superelevação não deve ultrapassar o valor de 160 mm.



1.3 Critérios de aplicação da superelevação máxima

a) flecha e alinhamento

A materialização em campo das tangentes e das curvas de projeto formam o eixo da linha. Em planimetria, toda e qualquer alteração da via em relação ao eixo é considerada um desalinhamento. Na prática, o desalinhamento pode ser avaliado em valor absoluto quando na linha existirem marcos fixos de referência. Nessas situações, basta verificar se a distância do eixo da linha até o marco está de acordo com o projeto.

Na inexistência de marcos fixos, o alinhamento é avaliado de maneira relativa, ou seja, em relação a uma base de medição que pode ser uma corda de 10 metros quando em uma curva. A verificação da flecha permite avaliar a situação da curva em relação ao raio de projeto, aos limites de variação de flechas admissíveis e, também, ponto a ponto ao longo da curva.

Na tangente, a base de medição pode ser executada por meio de uma corda, cuja extensão varia em função do aparelho de medição disponível.

As curvas de uma linha férrea têm por finalidade alterar a direção de marcha dos trens em movimento, fazendo com que o material rodante gire em torno de seu eixo vertical. Esse giro deve ocorrer de forma a evitar impactos no material rodante.

As variações de flecha são normais e necessárias para a formação das espirais e transposição entre as tangentes e as curvas circulares. Seu crescimento é não linear e deve variar em conjunto com a superelevação desta região.

b) nivelamento longitudinal

Consiste na disposição das cotas de topo do trilho em ambas as filas e no sentido longitudinal ao longo do traçado. O chamado defeito de nivelamento longitudinal é caracterizado pela existência de pontos altos e baixos de ocorrência simultânea (por igual em ambas as filas) ao longo da linha.

O defeito de nivelamento longitudinal é menos crítico que o empeno, mas geram desconforto se ultrapassar certos limites, podendo acarretar desengate dos veículos e fracionamento do trem, em casos extremos.

Para medições e correções dos defeitos de nivelamento longitudinal, é necessário a utilização de aparelhos específicos, tal qual um nível óptico ou aparelhos de laser presentes nos equipamentos de correção geométrica.

1.4 Parâmetros referenciais

Visando padronização nos mecanismos utilizados para determinar as produções horárias de equipamentos e serviços, foram definidos métodos específicos para a concepção de memórias e formulações associadas, cuja classificação segue os seguintes preceitos:



- método teórico;
- método empírico:
 - aferição em obra;
 - referencial técnico especializado;
 - referencial histórico consolidado.

O método teórico consiste no desenvolvimento de expressões matemáticas que reproduzem o desempenho dos equipamentos durante o processo de execução dos serviços, levando em consideração dados de operação e características técnicas adquiridas em catálogos de fornecedores.

No sentido oposto, ao passo que não se vislumbra a possibilidade de se produzir um modelo teórico, são empregados métodos empíricos. No que tange ao procedimento de aferição em obra, sua base reside na realização de levantamentos de campo, objetivando a coleta de dados que permita sua utilização como parâmetro referencial de custos.

Em linhas distintas à prática anterior, o método empírico baseado em referencial técnico especializado remete a pesquisa em literatura acadêmica, em pareceres consultivos, bem como a catálogos fornecidos por empresas de engenharia e fabricantes de equipamentos, de onde podem ser extraídos, de forma consistente, valores de produções nominais de maquinários e serviços, ou ainda viabilizar a construção de modelos paramétricos que proporcionem a elaboração de memoriais de cálculo específicos.

Por fim, admite-se a utilização de referenciais históricos consolidados para definir a produção de serviços. Entretanto, tal recurso é utilizado estritamente se não for possível empregar os métodos anteriormente expostos, cujos valores obrigatoriamente são oriundos dos sistemas de custos desenvolvidos no âmbito do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT e Departamento Nacional de Estradas e Rodagem – DNER.

A indicação do método aplicado na determinação da produção dos serviços do Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO constará das planilhas de produção de equipes mecânicas das atividades.

No grupo de serviços de correção geométrica é utilizado o seguinte fator de correção:

a) fator de eficiência

O fator de eficiência adotado para os serviços de correção geométrica corresponde a 0,83.

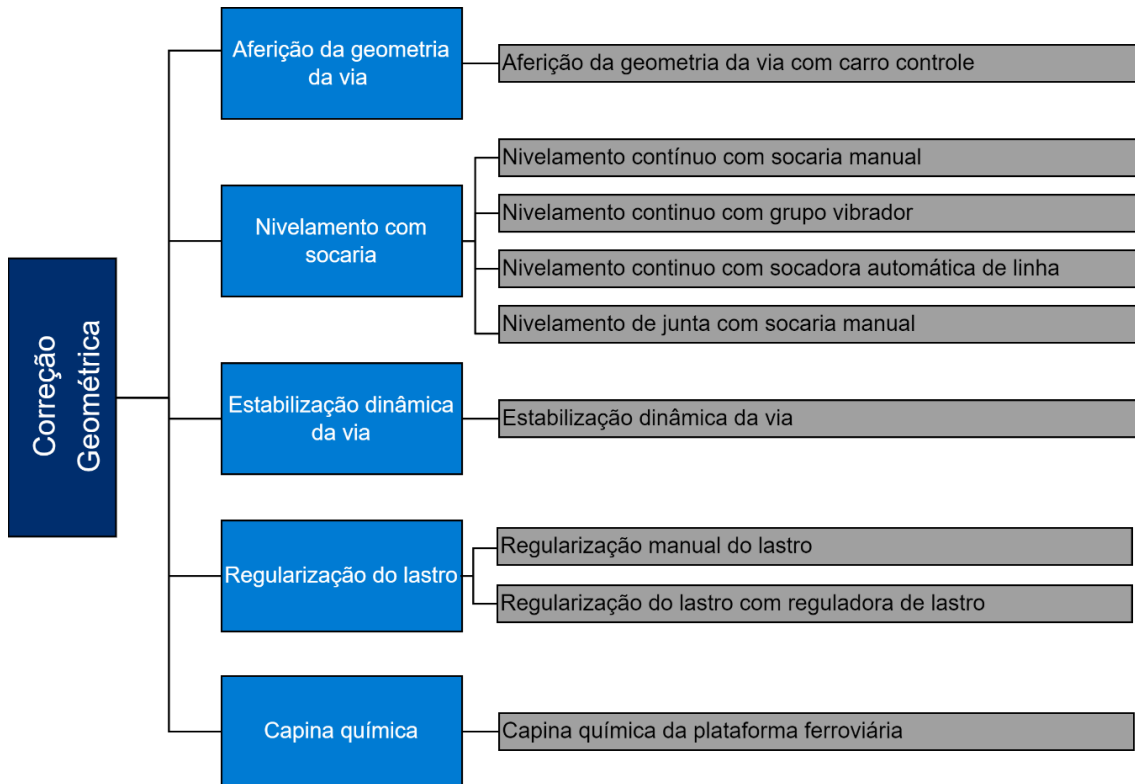
Importante destacar que para as atividades em que a produção horária é estabelecida por meio de métodos empíricos, onde a atribuição do valor é efetuada de forma direta com base em aferições ou bibliografia técnica, caso os parâmetros geradores do fator de eficiência se encontrem incorporados nos procedimentos executivos observados, essas não farão jus à incidência desse.



2 SERVIÇOS

As atividades integrantes do grupo de serviços de correção geométrica são classificadas em conformidade com a estrutura organizacional apresentada na figura 3.

Figura 3 - Atividades integrantes do grupo de serviços de correção geométrica



Fonte: FGV IBRE

2.1 Aferição da geometria da via

2.1.1 Aferição da geometria da via com carro controle

O serviço consiste na aferição da qualidade geométrica da via por meio de carro controle.

O carro controle é um veículo ferroviário equipado com sistemas de medição e sensoramento que permitem determinar o índice de degradação da via, cujos mecanismos são preparados para ler, gravar e analisar os dados obtidos.

A avaliação dos parâmetros medidos em inspeções periódicas fornece um retrato das condições nas quais a linha se encontra após sua implantação, durante o período de operação.

Os sistemas do equipamento permitem a execução das seguintes atividades:

- medição dos parâmetros da geometria da via com sistemas de medições inerciais e Sistema de Posicionamento Global – GPS e dois sistemas de medição óptico (laser) da bitola da via;



- medição da bitola junto com a superelevação, nível longitudinal, alinhamento, caimento e torção da via (nas transições entre trechos em tangente/curva de transição/curva circular);
- medição e gravação dos dados da via principal e dos aparelhos de mudança de via, incluindo os perfis dos trilhos que o compõem;
- locações efetuadas pelo sistema de GPS;
- medição total dos perfis de trilhos e de seus desgastes, de sua altura, do seu peso em função do desgaste, da largura do boleto, da inclinação do trilho;
- medições da corrugação dos trilhos;
- análise por vídeo da superfície de rolamento do trilho e de suas fixações;
- medição da horizontalidade da posição da geratriz superior do boleto e seu nivelamento;
- monitoramento das vizinhanças da via permanente mediante câmeras de alta-resolução à cor e uma câmera de alta-resolução preto e branco digital - todas as informações são registradas em gravadores de imagens digitais;
- medição da temperatura do meio ambiente onde se encontra a via.

2.1.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.1.1.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:

- inspeção e coleta de dados acerca da via por meio de carro controle.

2.1.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento carro controle, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

A produtividade é estabelecida por meio emprego do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 24,90 km/h.

2.1.1.4 Mão de obra

É empregado de forma acessória ao desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 técnico especializado para auxiliar o serviço, acompanhando os resultados gerados pelo equipamento por meio do computador de bordo.



2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.1.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.1.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de aferição de geometria de via com carro controle deve ser realizada em quilômetros, em função da extensão longitudinal do segmento efetivamente aferido.

2.2 Nivelamento com socaria

2.2.1 Nivelamento contínuo com socaria manual

O serviço consiste no nivelamento da via permanente por meio da compactação manual do lastro sob os dormentes.

2.2.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- DNIT ETS 012/2016: *Alinhamento, nivelamento e socaria de lastro de linha.*

2.2.1.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento da grade na altura do levante pela mão de obra;
- execução da socaria pela mão de obra com uso de ferramentas manuais;
- reposicionamento da grade pela mão de obra.

2.2.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em aferição em obra, consoante aos valores apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Produções horárias do serviço de nivelamento contínuo com socaria manual

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (km/h)
2909375	Nivelamento de via com socaria manual e levante de até 10 cm - bitola métrica ou larga com dormente de madeira ou concreto e taxa de dormentação de 1.667 un/km	0,03362

**Tabela 1 - Produções horárias do serviço de nivelamento contínuo com socaria manual (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (km/h)
2909376	Nivelamento de via com socaria manual e levante de até 10 cm - bitola mista com dormente de madeira ou concreto e taxa de dormentação de 1.667 un/km	0,02289
2909377	Nivelamento de via com socaria manual e levante de até 10 cm - bitola métrica ou larga com dormente de madeira ou concreto e taxa de dormentação de 1.750 un/km	0,03212
2909378	Nivelamento de via com socaria manual e levante de até 10 cm - bitola mista com dormente de madeira ou concreto e taxa de dormentação de 1.750 un/km	0,02184
2909385	Nivelamento de via com socaria manual e levante de até 10 cm - bitola mista com dormente de madeira ou concreto e taxa de dormentação de 1.850 un/km	0,02071
2909386	Nivelamento de via com socaria manual e levante de até 10 cm - bitola métrica ou larga com dormente de madeira ou concreto e taxa de dormentação de 1.850 un/km	0,03048

2.2.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 15 trabalhadores de via para posicionamento da grade na altura do levante, execução da socaria e reposicionamento da grade.

2.2.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.2.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.2.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de nivelamento contínuo com socaria manual deve ser realizada em quilômetros, em função da extensão longitudinal de via férrea efetivamente nivelada.

2.2.2 Nivelamento contínuo com grupo vibrador

O serviço consiste no nivelamento da via permanente por meio da compactação do lastro sob os dormentes com grupo vibrador.

2.2.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:



- DNIT ETS 012/2016: *Alinhamento, nivelamento e socaria de lastro de linha.*

2.2.2.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento da grade na altura do levante pela mão de obra;
- execução da socaria por meio do grupo vibrador com gerador;
- reposicionamento da grade pela mão de obra.

2.2.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade é empregado o seguinte equipamento:

- grupo vibrador com gerador.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Produções horárias do serviço de nivelamento contínuo com grupo vibrador

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (km/h)
2909379	Nivelamento de via com grupo gerador/vibrador e levante de até 10 cm - bitola métrica ou larga com dormente de madeira ou concreto e taxa de dormentação de 1.667 un/km	0,03788
2909380	Nivelamento de via com grupo gerador/vibrador e levante de até 10 cm - bitola mista com dormente de madeira ou concreto e taxa de dormentação de 1.667 un/km	0,02586
2909381	Nivelamento de via com grupo gerador/vibrador e levante de até 10 cm - bitola métrica ou larga com dormente de madeira ou concreto e taxa de dormentação de 1.750 un/km	0,03620
2909382	Nivelamento de via com grupo gerador/vibrador e levante de até 10 cm - bitola mista com dormente de madeira ou concreto e taxa de dormentação de 1.750 un/km	0,02469
2909387	Nivelamento de via com grupo gerador/vibrador e levante de até 10 cm - bitola mista com dormente de madeira ou concreto e taxa de dormentação de 1.850 un/km	0,02341
2909388	Nivelamento de via com grupo gerador/vibrador e levante de até 10 cm - bitola métrica ou larga com dormente de madeira ou concreto e taxa de dormentação de 1.850 un/km	0,03437

a) grupo vibrador com gerador

A produção horária é estabelecida pelo método teórico, sendo definida por meio da aplicação da seguinte expressão:



$$P = \frac{60 \times E \times F_e}{T_c}$$

onde:

P representa a produção horária, em quilômetros por hora;

E representa a extensão, em quilômetros;

F_e representa o fator de eficiência;

T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

2.2.2.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 10 trabalhadores de via para posicionamento da grade na altura do levante, operação do grupo vibrador e reposicionamento da grade.

2.2.2.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.2.2.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.2.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de nivelamento contínuo com grupo vibrador deve ser realizada em quilômetros, em função da extensão longitudinal de via férrea efetivamente nivelada.

2.2.3 Nivelamento contínuo com socadora automática de linha

O serviço consiste no nivelamento da via permanente por meio da compactação do lastro sob os dormentes com socadora automática de linha.

2.2.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- DNIT ETS 012/2016: *Alinhamento, nivelamento e socaria de lastro de linha.*

2.2.3.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:



- nivelamento, alinhamento e socaria da via permanente por meio de socadora automática de linha.

2.2.3.3 *Produção horária e equipe mecânica*

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento socadora automática de linha, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

As produtividades foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em aferição em obra, consoante aos valores apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Produções horárias do serviço de nivelamento contínuo com socadora automática de linha

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (km/h)
2909383	Nivelamento e alinhamento de via com socadora automática e levante de até 10 cm - qualquer bitola ou dormente e taxa de dormentação de 1.667 un/km	0,59748
2909384	Nivelamento e alinhamento de via com socadora automática e levante de até 10 cm - qualquer bitola ou dormente e taxa de dormentação de 1.750 un/km	0,56914

2.2.3.4 *Mão de obra*

São empregados de forma acessória ao desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 2 trabalhadores de via para auxílio e acompanhamento do serviço.

2.2.3.5 *Materiais e atividades auxiliares*

Não se aplica a este serviço.

2.2.3.6 *Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

2.2.3.7 *Critérios de medição*

A medição do serviço de nivelamento contínuo com socaria automática deve ser realizada em quilômetros, em função da extensão longitudinal de via férrea nivelada.

2.2.4 Nivelamento de junta com socaria manual

O serviço consiste no nivelamento de junta por meio da compactação manual do lastro sob os dormentes.



2.2.4.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- DNIT ETS 012/2016: *Alinhamento, nivelamento e socaria de lastro de linha.*

2.2.4.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento da grade na altura do levante pela mão de obra;
- execução da socaria pela mão de obra com uso de ferramentas manuais;
- reposicionamento da grade pela mão de obra.

2.2.4.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra, sendo a produtividade estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 2,00000 un/h.

2.2.4.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 trabalhador de via para nivelar a junta e realizar a socaria manual da região.

2.2.4.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.2.4.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.2.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de nivelamento de junta com socaria manual deve ser realizada em unidades, em função da quantidade de juntas efetivamente niveladas.



2.3 Estabilização dinâmica da via

2.3.1 Estabilização dinâmica da via

O serviço consiste na estabilização dinâmica da via permanente a partir da aplicação de vibrações mecânicas ao longo das seções por meio de unidades estabilizadoras (discos) em contato com o boleto dos trilhos. A energia vibracional é transmitida ao lastro, possibilitando o rearranjo das pedras com consequente redução dos índices de vazios, elevando a densidade estrutural, provendo maior resistência a deslocamentos laterais.

No decorrer do processo operacional da linha, o lastro sofre acomodação em função das cargas dinâmicas ferroviárias, ao passo que determinadas rochas passam a se posicionar de forma inadequada em seu interior, se tocando por pontas e arestas, causando uma redução da densidade e estabilidade. A abrasão entre as pedras gera partículas finas que tendem a colmatar a estrutura, reduzindo sua capacidade de drenagem.

2.3.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.3.1.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:

- aplicação de vibrações ao longo da via permanente por meio de unidades estabilizadoras do equipamento de estabilização dinâmica da via.

2.3.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento de estabilização dinâmica da via, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 41,50 km/h.

2.3.1.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

2.3.1.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.3.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.



2.3.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de estabilização dinâmica da via deve ser realizada em quilômetros, em função da extensão longitudinal do segmento.

2.4 Regularização do lastro

2.4.1 Regularização manual do lastro

O serviço consiste no ajuste e acabamento manual da camada superficial de lastro de modo a reestabelecer as condições geométricas da seção.

2.4.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- DNIT ETS 001/2016: *Regularização de lastro*.

2.4.1.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:

- regularização manual da camada superficial de lastro.

2.4.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Produções horárias do serviço de regularização manual de lastro

Código SICRO	Descrição	Produção horária (km/h)
2909389	Regularização manual do lastro em via corrida, bitola larga, com qualquer tipo de dormente	0,09243
2909390	Regularização manual do lastro em via corrida, bitola métrica, com qualquer tipo de dormente	0,13125
2909391	Regularização manual do lastro em via corrida, bitola mista, com qualquer tipo de dormente	0,07702

2.4.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 15 trabalhadores de via para executar a regularização do lastro.



2.4.1.5 *Materiais e atividades auxiliares*

Não se aplica a este serviço.

2.4.1.6 *Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

2.4.1.7 *Critérios de medição*

A medição do serviço de regularização manual do lastro deve ser realizada em quilômetros, em função da extensão longitudinal do trecho efetivamente regularizado.

2.4.2 Regularização do lastro com reguladora de lastro

O serviço consiste no ajuste e acabamento da camada superficial de lastro pela máquina reguladora e distribuidora de modo a reestabelecer as condições geométricas da seção.

2.4.2.1 *Dispositivos legais e técnico-normativos*

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- DNIT ETS 001/2016: *Regularização de lastro*.

2.4.2.2 *Metodologia executiva*

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:

- regularização da camada superficial de lastro por meio da reguladora e distribuidora.

2.4.2.3 *Produção horária e equipe mecânica*

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento reguladora e distribuidora de lastro, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 4,15000 km/h.

2.4.2.4 *Mão de obra*

São empregados de forma acessória ao desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 2 trabalhadores de via para auxiliarem na regularização da via.



2.4.2.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.4.2.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.4.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de regularização de lastro com reguladora deve ser realizada em quilômetros, em função da extensão longitudinal do trecho efetivamente regularizado.

2.5 Capina química

2.5.1 Capina química da plataforma ferroviária

O serviço consiste na utilização de substância química para supressão vegetal ao longo da via permanente.

2.5.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.5.1.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:

- aspersão de herbicida em ambos os lados da via por meio de veículo ferroviário para capina química.

2.5.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento veículo ferroviário para capina química, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 24,90 km/h.

2.5.1.4 Mão de obra

É empregado de forma acessória ao desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 trabalhador de via para auxiliar o serviço de capina química.



2.5.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) herbicida glifosato para áreas contínuas

Consiste em insumo empregado para a supressão vegetal.

O consumo referencial adotado é de 6,00 l por unidade de serviço executado.

2.5.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.5.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de capina química deve ser realizada em quilômetros, em função da extensão longitudinal do trecho no qual é executada a capina.



APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - CORREÇÃO GEOMÉTRICA

A tabela 5 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de correção geométrica, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

Tabela 5 - Relação das composições de custos por subgrupo - correção geométrica

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Aferição da geometria da via com carro controle	2909152
2.2.1 Nivelamento contínuo com socaria manual	2909375, 2909376, 2909377, 2909378, 2909385 e 2909386
2.2.2 Nivelamento contínuo com grupo vibrador	2909379, 2909380, 2909381, 2909382, 2909387 e 2909388
2.2.3 Nivelamento contínuo com socadora automática de linha	2909383 e 2909384
2.2.4 Nivelamento de junta com socaria manual	2909145
2.3.1 Estabilização dinâmica da via	2909151
2.4.1 Regularização manual do lastro	2909389, 2909390 e 2909391
2.4.2 Regularização do lastro com reguladora de lastro	2909148
2.5.1 Capina química da plataforma ferroviária	2909153