



Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO

Caderno técnico Estrutura Metálica

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 Estrutura Metálica



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 - Atividades integrantes do grupo de serviços de estrutura metálica ... 3

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Serviços empregados nas operações de transporte - estrutura em perfil de aço ASTM A36	5
Tabela 2 - Produtividade horária do serviço de jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço	7
Tabela 3 - Consumo de bico Venturi longo para o serviço de jateamento de chapa de aço	8
Tabela 4 - Consumo de granalhas de aço para o serviço de jateamento de chapa de aço	9
Tabela 5 - Consumo de duto flexível para o serviço de jateamento de chapa de aço	9
Tabela 6 - Serviços empregados nas operações de transporte - jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço	10
Tabela 7 - Consumo de tinta ou fundo anticorrosivo para o serviço de pintura com pistola de ar comprimido	13
Tabela 8 - Consumo de diluente para o serviço de pintura com pistola de ar comprimido.....	14
Tabela 9 - Serviços empregados nas operações de transporte - pintura de fundo e acabamento com pistola a ar comprimido	14
Tabela 10 - Conversão para transporte dos materiais - pinturas de fundo e acabamento com pistola a ar comprimido.....	15
Tabela 11 - Consumo de tinta para o serviço de pintura com pistola <i>airless</i> ...	17
Tabela 12 - Consumo de diluente para o serviço de pintura com pistola <i>airless</i>	18
Tabela 13 - Consumo de duto flexível para o serviço de pintura com pistola <i>airless</i>	19
Tabela 14 - Serviços empregados nas operações de transporte - pintura com pistola <i>airless</i>	19
Tabela 15 - Conversão para transporte dos materiais - pinturas com pistola <i>airless</i>	19
Tabela 16 - Serviços empregados nas operações de transporte - tratamento em chapa de aço por esteira contínua	23
Tabela 17 - Consumo de cinta com cerdas de aço para o serviço de tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11	25
Tabela 18 - Consumo de duto flexível para o serviço de tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11	26



Tabela 19 - Serviços empregados nas operações de transporte - tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11.....	26
Tabela 20 - Produções horárias do serviço de solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço	28
Tabela 21 - Serviços empregados nas operações de transporte - solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço	29
Tabela 22 - Serviços empregados nas operações de transporte - fornecimento e aplicação de adesivo estrutural à base de resina epóxi	31
Tabela 23 - Relação das composições de custos por subgrupo - estrutura metálica	32



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Parâmetros referenciais.....	1
2	SERVIÇOS	3
2.1	Estrutura em perfil de aço ASTM A36.....	3
2.1.1	Estrutura em perfil de aço ASTM A36	3
2.1.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>3</i>
2.1.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>3</i>
2.1.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>4</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>4</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>4</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>5</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>5</i>
2.2	Jateamento de chapa de aço.....	5
2.2.1	Jateamento de chapa de aço com o uso de gralhas de aço.....	5
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>6</i>
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>6</i>
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>6</i>
2.2.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>7</i>
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>7</i>
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>9</i>
2.2.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>10</i>
2.2.2	Jateamento abrasivo em chapa de aço por esteira contínua	10
2.2.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>10</i>
2.2.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>10</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>11</i>
2.2.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>11</i>
2.2.2.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>11</i>
2.2.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>11</i>
2.3	Pintura de superfície metálica.....	11
2.3.1	Pintura de fundo e acabamento com pistola a ar comprimido	11
2.3.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>12</i>
2.3.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>12</i>
2.3.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>12</i>



2.3.1.4	<i>Mão de obra</i>	12
2.3.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	13
2.3.1.6	<i>Operações de transporte</i>	14
2.3.1.7	<i>Critérios de medição</i>	15
2.3.2	<i>Pintura de superfície metálica com pistola <i>airless</i></i>	15
2.3.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	15
2.3.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	16
2.3.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	16
2.3.2.4	<i>Mão de obra</i>	17
2.3.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	17
2.3.2.6	<i>Operações de transporte</i>	19
2.3.2.7	<i>Critérios de medição</i>	20
2.3.3	<i>Pintura <i>shop primer</i> em chapa de aço por esteira contínua</i>	20
2.3.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	20
2.3.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	20
2.3.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	21
2.3.3.4	<i>Mão de obra</i>	21
2.3.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	21
2.3.3.6	<i>Operações de transporte</i>	21
2.3.3.7	<i>Critérios de medição</i>	21
2.4	Tratamento em chapa de aço	21
2.4.1	<i>Tratamento em chapa de aço por esteira contínua</i>	21
2.4.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	22
2.4.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	22
2.4.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	22
2.4.1.4	<i>Mão de obra</i>	22
2.4.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	23
2.4.1.6	<i>Operações de transporte</i>	23
2.4.1.7	<i>Critérios de medição</i>	23
2.4.2	<i>Tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11</i>	23
2.4.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	24
2.4.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	24
2.4.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	24
2.4.2.4	<i>Mão de obra</i>	25



2.4.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	25
2.4.2.6	<i>Operações de transporte</i>	26
2.4.2.7	<i>Critérios de medição</i>	26
2.4.3	Hidrojateamento de chapa de aço grau WJ-2	27
2.4.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	27
2.4.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	27
2.4.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	27
2.4.3.4	<i>Mão de obra</i>	27
2.4.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	27
2.4.3.6	<i>Operações de transporte</i>	27
2.4.3.7	<i>Critérios de medição</i>	28
2.5	Solda elétrica	28
2.5.1	Solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço.....	28
2.5.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	28
2.5.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	28
2.5.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	28
2.5.1.4	<i>Mão de obra</i>	29
2.5.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	29
2.5.1.6	<i>Operações de transporte</i>	29
2.5.1.7	<i>Critérios de medição</i>	30
2.6	Adesivo estrutural	30
2.6.1	Adesivo estrutural à base de resina epóxi	30
2.6.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	30
2.6.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	30
2.6.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	30
2.6.1.4	<i>Mão de obra</i>	30
2.6.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	31
2.6.1.6	<i>Operações de transporte</i>	31
2.6.1.7	<i>Critérios de medição</i>	31
APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - ESTRUTURA METÁLICA		32



1 INTRODUÇÃO

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

Contextualizando acerca do tema, estruturas metálicas consistem em dispositivos ou sistemas desenvolvidos para suportar a ação de esforços aplicados em elementos estruturais, confeccionados a partir da conexão entre peças produzidas em materiais ou ligas de metal, cuja junção é realizada por meio de soldas, parafusos ou rebites.

Em virtude da tendência natural à oxidação, faz-se necessária a proteção da superfície contra os principais agentes corrosivos, empregando um tratamento superficial que age como barreira contra a ação da umidade, salinidade e acidez.

1.1 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 estrutura metálica é utilizado o seguinte fator de correção:

a) fator de eficiência

O fator de eficiência adotado para os serviços de estrutura metálica corresponde a 0,83.

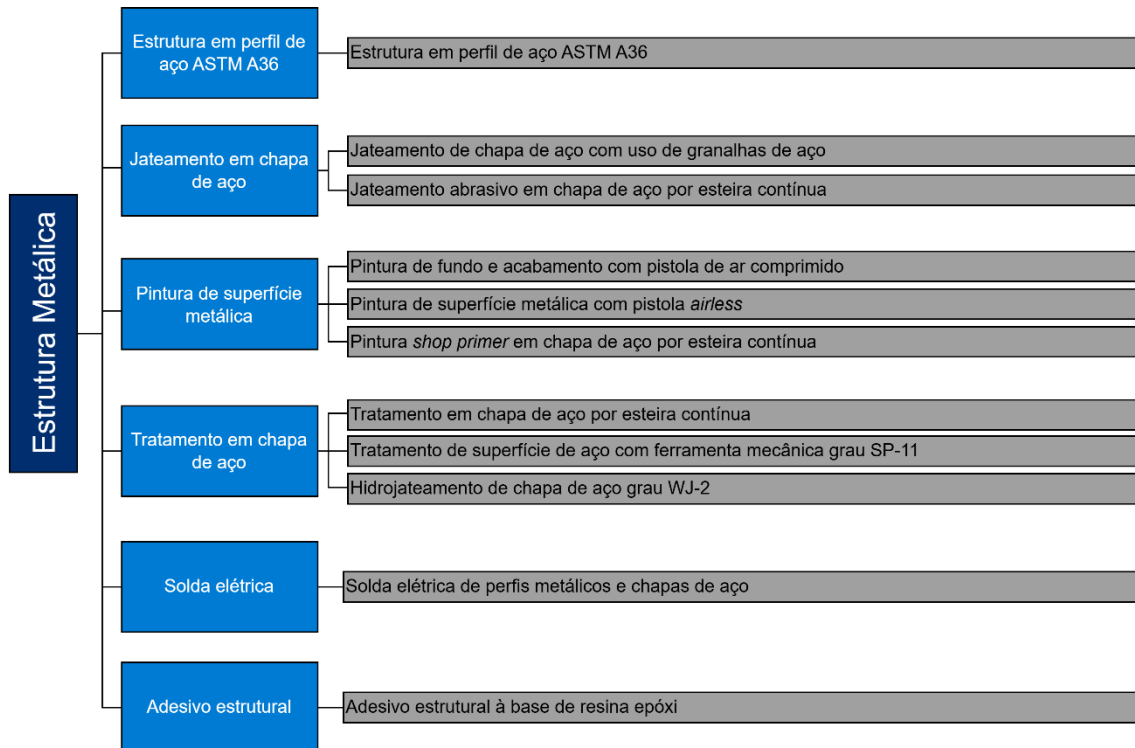
Importante destacar que para as atividades em que a produção horária é estabelecida por meio de métodos empíricos, onde a atribuição do valor é efetuada de forma direta com base em aferições ou bibliografia técnica, caso os parâmetros geradores do fator de eficiência se encontrem incorporados nos procedimentos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



2 SERVIÇOS

As atividades integrantes do grupo de serviços de estrutura metálica são classificadas em conformidade com a estrutura organizacional apresentada na figura 1.

Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de estrutura metálica



Fonte: FGV IBRE

2.1 Estrutura em perfil de aço ASTM A36

2.1.1 Estrutura em perfil de aço ASTM A36

O serviço consiste no fornecimento e instalação de estrutura metálica em perfil de aço.

2.1.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- ASTM A36 A36M/2019: *Standard specification for carbon structural steel*;
- ABNT NBR 14762/2010: *Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio*.

2.1.1.2 Metodologia executiva

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



- corte e solda dos perfis de aço;
- montagem da estrutura metálica por meio do caminhão guindauto e com auxílio da mão de obra;
- soldagem dos perfis posicionados.

2.1.1.3 *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:

- caminhão carroceria com guindauto.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 15,00 kg/h.

a) caminhão carroceria com guindauto

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

$$P = \frac{M \times F_e}{T_c}$$

onde:

P representa a produção horária, em quilogramas por hora;

M representa a massa total da estrutura metálica, em quilogramas;

F_e representa o fator de eficiência;

T_c representa o tempo total de ciclo, em horas.

Ao passo que a utilização do equipamento ocorre de forma parcial durante a execução das atividades, é imputada a utilização operativa integral com quantidade fracionada.

2.1.1.4 *Mão de obra*

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 montador para liderar a montagem da estrutura;
- 1 ajudante para auxiliar a montagem da estrutura.

2.1.1.5 *Materiais e atividades auxiliares*

a) aço em perfis ASTM A36

Consiste em insumo utilizado na confecção de perfis de aço carbono que integram a estrutura metálica.



O consumo referencial adotado é de 1,030 kg por unidade de serviço executado, já incorporada uma taxa de perda de 3,0%.

b) corte com maçarico oxiacetileno de perfis metálicos

Consiste na execução de corte dos perfis metálicos com maçarico oxiacetileno.

O consumo referencial adotado é de 1 cm² por unidade de serviço executado.

c) solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço com eletrodo E70XX

Consiste na soldagem dos perfis e chapas metálicas visando o preparo das peças e posteriormente, a consolidação da estrutura metálica.

O consumo referencial adotado é de 0,015 kg por unidade de serviço executado.

2.1.1.6 Operações de transporte

A tabela 1 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 1 - Serviços empregados nas operações de transporte - estrutura em perfil de aço ASTM A36

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0682	Aço em perfis ASTM A36	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.1.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de fornecimento e instalação de estrutura em perfil de aço ASTM A36 deve ser realizada em quilogramas, em função da massa da estrutura metálica efetivamente instalada.

2.2 Jateamento de chapa de aço

2.2.1 Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço

O serviço consiste no jateamento de chapas de aço com partículas abrasivas em alta velocidade, empregando uma técnica de tratamento por impacto, cujo objetivo é promover simultaneamente a limpeza e o adequado acabamento superficial para aplicação posterior de revestimento.



O serviço pode ser executado em espaço comum, nos graus Sa 2, Sa 2 ½ e Sa 3, e em espaço confinado, no grau Sa 2 ½.

2.2.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- ABNT NBR 7348/2017: *Pintura industrial - Preparação de superfície de aço com jateamento abrasivo ou hidrojateamento*;
- ABNT NBR 15814/2010: *Granalha de aço fundido de alto carbono para jateamento*;
- ABNT ISO 8501-01/2007: *Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness*;
- PETROBRAS N-9/2022: *Tratamento de superfícies de aço com jato abrasivo e hidrojateamento*;
- ABNT NBR 16577/2017: *Espaço confinado - Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção*;
- NR 33/2022: *Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados*.

2.2.1.2 Metodologia executiva

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

- em espaço comum:
 - jateamento da superfície metálica com granalhas de aço por meio do jateador pressurizado multiabrasivo.
- em espaço confinado:
 - renovação contínua de ar por meio do ventilador centrífugo;
 - monitoramento atmosférico contínuo por meio do detector de gases;
 - filtragem do ar por meio do respirador de adução de ar tipo linha de ar comprimido com compressor de ar respirável;
 - jateamento da superfície metálica com granalhas de aço por meio do jateador pressurizado multiabrasivo, com o operador permanentemente conectado ao tripé com guincho.

2.2.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- em espaço comum:
 - jateador pressurizado multiabrasivo: líder de equipe;
 - compressor de ar.



- em espaço confinado:
 - jateador pressurizado multiabrasivo: líder de equipe;
 - compressor de ar;
 - ventilador centrífugo média pressão;
 - detector de gases para espaço confinado;
 - respirador de adução de ar tipo linha de ar comprimido;
 - compressor de ar respirável;
 - tripé com guincho.

a) jateador pressurizado multiabrasivo

As produções horárias do serviço foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Produtividade horária do serviço de jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (m²/h)
2408069	Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço grau Sa 2	21,37
2419790	Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço grau Sa 2 1/2	11,83
2408068	Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço Grau Sa 3	7,59450
2407976	Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço grau Sa 2 1/2 - em espaço confinado	11,83

O compressor de ar portátil opera em conjunto com o jateador pressurizado, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa da atividade.

b) ventilador, detector de gases, respirador de adução, compressor de ar respirável e tripé com guincho

É empregada uma unidade do ventilador, do detector de gases, do respirador, do compressor de ar respirável e do tripé com guincho para o desenvolvimento dos serviços, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

2.2.1.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

2.2.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) bico Venturi longo de 8 mm

Consiste em insumo utilizado no equipamento jateador para direcionar as granalhas de aço.



O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{V_u \times P}$$

onde:

Q representa o consumo de bico Venturi longo, em unidades por metro quadrado;

V_u representa a vida útil do bico Venturi longo, em horas por unidade;

P representa a produção horária do serviço, em metros quadrados por hora.

A tabela 3 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 3 - Consumo de bico Venturi longo para o serviço de jateamento de chapa de aço

Código SICRO	Descrição	V_u (h/un)	P (m²/h)	Consumo (un/m²)
2408069	Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço grau Sa 2	600,00	21,37	0,00008
2419790	Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço grau Sa 2 1/2		11,83	0,00014
2408068	Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço grau Sa 3		7,59450	0,00022
2407976	Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço grau Sa 2 1/2 - em espaço confinado		11,83	0,00014

b) granalha de aço

Consiste em insumo abrasivo de aço fundido de alto carbono, lançado na chapa metálica para promover a limpeza e o adequado acabamento da superfície.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{Q_b \times \rho}{P \times n}$$

onde:

Q representa o consumo de granalhas de aço, em quilogramas por metro quadrado;

Q_b representa a vazão do bico, em litros por hora;

ρ representa a densidade aparente de granalhas de aço angulares, em quilogramas por litro;

P representa a produção horária do serviço, em metros quadrados por hora;

n representa o número de ciclos efetuados pelas granalhas.

A tabela 4 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos de material.

**Tabela 4 - Consumo de granalhas de aço para o serviço de jateamento de chapa de aço**

Código SICRO	Material	Q _b (l/h)	ρ (kg/l)	n (un)	P (m²/h)	Consumo (kg/m²)
2408069	Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço grau Sa 2	262,00	4,200	350,00	21,37	0,14712
2419790	Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço grau Sa 2 1/2				11,83	0,26577
2408068	Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço grau Sa 3				7,59450	0,41398
2407976	Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço grau Sa 2 1/2 - em espaço confinado				11,83	0,26577

c) duto flexível de poliéster aluminizado sem isolamento para ventilação forçada

Consiste em duto flexível acoplado ao ventilador, utilizado para ventilar o espaço confinado durante o processo de jateamento.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{C}{V_u \times Q_t \times P}$$

onde:

Q representa o consumo de duto flexível, em metros por metro quadrado;

C representa o comprimento comercial do duto flexível, em metros por unidade;

V_u representa a vida útil do duto flexível, em anos por unidade;

Q_t representa as horas trabalhadas durante o período de um ano, em horas por ano;

P representa a produção horária do serviço, em metros quadrados por hora.

A tabela 5 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 5 - Consumo de duto flexível para o serviço de jateamento de chapa de aço

C (m/un)	V _u (anos/un)	Q _t (h/ano)	P (m²/h)	Consumo (m/m²)
10,00	10,00	1.988,959	11,83	0,00004

2.2.1.6 Operações de transporte

A tabela 6 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.



Tabela 6 - Serviços empregados nas operações de transporte - jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0511	Abrasivo tipo gralha de aço	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.2.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente jateada.

2.2.2 Jateamento abrasivo em chapa de aço por esteira contínua

O serviço consiste no jateamento de chapas de aço com partículas abrasivas em alta velocidade por meio de uma jateadora estacionária com mesa transportadora, empregando uma técnica de tratamento por impacto, cujo objetivo é promover simultaneamente a limpeza e o adequado acabamento superficial para aplicação posterior de revestimento.

Sua utilização guarda vínculo com a fabricação de embarcações e flutuantes, ao passo que a operação requer uma instalação industrial para desenvolvimento das atividades.

2.2.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- ABNT NBR 7348/2017: *Pintura industrial - Preparação de superfície de aço com jateamento abrasivo ou hidrojateamento*;
- ABNT NBR 15814/2010: *Gralha de aço fundido de alto carbono para jateamento*;
- ABNT ISO 8501-01/2007: *Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness*.

2.2.2.2 Metodologia executiva

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



- posicionamento manual da chapa de aço na esteira do jateador;
- jateamento da superfície metálica com granalhas de aço por meio do jateador.

2.2.2.3 *Produção horária e equipe mecânica*

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- jateador para estruturas metálicas com transportador a roletes: líder de equipe;
- grupo gerador.

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em aferição de campo, sendo igual a 120,60 m²/h.

O grupo gerador opera em conjunto com o jateador para estruturas metálicas com transportador a roletes, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.2.2.4 *Mão de obra*

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

- 1 ajudante para posicionar as chapas de aço na esteira do jateador.

2.2.2.5 *Materiais e atividades auxiliares*

a) granalha de aço

Consiste em insumo abrasivo de aço fundido de alto carbono, lançado na chapa metálica para promover a limpeza e o adequado acabamento da superfície.

O consumo referencial adotado é de 0,00025 kg por unidade de serviço executado.

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 jateamento de chapa de aço por esteira contínua deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente jateada.

2.3 **Pintura de superfície metálica**

2.3.1 **Pintura de fundo e acabamento com pistola a ar comprimido**

O serviço consiste na pintura de uma superfície metálica previamente preparada com pistola a ar comprimido.



2.3.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- ABNT NBR 11702/2021: *Tintas para construção civil - Tintas, vernizes, texturas e complementos para edificações não industriais - Classificação e requisitos*;
- PETROBRAS N-1550/2022: *Pintura de estrutura metálica*;
- PETROBRAS N-13/2022: *Requisitos técnicos para serviços de pintura*;
- PETROBRAS N-2630/2017: *Tinta epóxi - fosfato de zinco de alta espessura*;
- PETROBRAS N-2680/2020: *Tinta epóxi, sem solventes, tolerante a superfícies molhadas*;
- PETROBRAS N-1277/2017: *Tinta de fundo epóxi-zinco poliamida*.

2.3.1.2 Metodologia executiva

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

- limpeza prévia da chapa pela mão de obra;
- diluição da tinta pela mão de obra, quando for empregado diluente;
- enchimento manual da caneca de tinta e ajuste do equipamento;
- lançamento da tinta na superfície desejada por meio da pistola a ar comprimido.

2.3.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- equipamento de pintura a ar comprimido de pistola: líder de equipe;
- grupo gerador.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 49,80 m²/h.

O grupo gerador opera em conjunto com o equipamento de pintura a ar comprimido de pistola, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.3.1.4 Mão de obra

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



- 1 pintor para execução da pintura;
- 1 ajudante para limpar a peça e auxiliar o pintor.

2.3.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) tintas

Consistem em insumos utilizados para a pintura das peças, visando preparo e proteção anticorrosiva.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{R}$$

onde:

Q representa o consumo de tinta ou fundo anticorrosivo, em litros por metro quadrado;

R representa o rendimento teórico da tinta ou fundo, em metros quadrados por litro.

A tabela 7 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 7 - Consumo de tinta ou fundo anticorrosivo para o serviço de pintura com pistola de ar comprimido

Código SICRO	Descrição	Rendimento teórico (m²/l)	Consumo (l/m²)
2408078	Pintura de acabamento com esmalte sintético com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 30 µm	20,8333	0,04800
2408077	Pintura de fundo com tinta alquídica com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 30 µm	8,3333	0,12000
2408080	Pintura de acabamento com esmalte epóxi com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 40 µm	10,0000	0,10000
2419704	Pintura com primer epóxi de dois componentes com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 70 µm	9,2857	0,10769
2419705	Pintura com epóxi de dois componentes com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 120 µm	6,8333	0,14634
2408079	Pintura de fundo com tinta epóxi com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 120 µm	6,4000	0,15625
2419703	Pintura com tinta anticorrosiva à base de epóxi poliamida de dois componentes com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 150 µm	6,6600	0,15015

b) diluentes

Consiste em insumo utilizado para proporcionar maior fluidez a tinta para aplicação.



O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = Q_t \times R_d$$

onde:

Q representa o consumo específico de diluente, em litros por metro quadrado;

Q_t representa o consumo de tinta, em litros por metro quadrado;

R_d representa o percentual de diluente, em porcentagem.

A tabela 8 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 8 - Consumo de diluente para o serviço de pintura com pistola de ar comprimido

Código SICRO	Descrição	Consumo de tinta/fundo (l/m²)	Diluente (%)	Consumo (l/m²)
2408078	Pintura de acabamento com esmalte sintético com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 30 µm	0,0480	30,00	0,01440
2408077	Pintura de fundo com tinta alquídica com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 30 µm	0,1200	30,00	0,03600
2408080	Pintura de acabamento com esmalte epóxi com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 40 µm	0,1000	10,00	0,01000
2419704	Pintura com primer epóxi de dois componentes com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 70 µm	0,1076	15,00	0,01615
2419705	Pintura com epóxi de dois componentes com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 120 µm	0,1463	5,00	0,00732
2408079	Pintura de fundo com tinta epóxi com pistola a ar comprimido, uma demão, espessura de 120 µm	0,1562	10,00	0,01563

2.3.1.6 Operações de transporte

O tabela 9 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 9 - Serviços empregados nas operações de transporte - pintura de fundo e acabamento com pistola a ar comprimido

Descrição	Código SICRO	Descrição
Tintas e diluentes	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
	5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada



A tabela 10 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 10 - Conversão para transporte dos materiais - pinturas de fundo e acabamento com pistola a ar comprimido

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte (t/l)
M0721	Tinta anticorrosiva zarcão para fundo preparador de pintura	0,00134
M2128	Tinta esmalte sintético acetinado	0,00138
M3920	Diluyente para tinta epóxi bicomponente ou tricomponente	0,00084
M3518	Tinta à base de resina epóxi bicomponente	0,00127
M3519	Tinta à base de resina epóxi poliamida bicomponente para fundo preparador de pintura	0,00330
M3520	Tinta anticorrosiva à base de resina epóxi poliamida bicomponente	0,00135
M0035	Diluyente tipo aguarrás para tintas e vernizes	0,00078
M0717	Tinta à base de resina epóxi bicomponente para fundo preparador de pintura	0,00140
M0718	Tinta esmalte à base de resina epóxi bicomponente	0,00127

2.3.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de pintura de fundo e acabamento com pistola a ar comprimido deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente pintada.

2.3.2 Pintura de superfície metálica com pistola *airless*

O serviço consiste na pintura de superfície metálica previamente preparada com pistola *airless*. O serviço pode ser executado em espaço comum ou em espaço confinado.

2.3.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- ABNT NBR 11702/2021: *Tintas para construção civil - Tintas, vernizes, texturas e complementos para edificações não industriais - Classificação e requisitos*;
- PETROBRAS N-1550/2022: *Pintura de estrutura metálica*;
- PETROBRAS N-13/2022: *Requisitos técnicos para serviços de pintura*;
- PETROBRAS N-2680/2020: *Tinta epóxi, sem solventes, tolerante a superfícies molhadas*;
- PETROBRAS N-2677/2017: *Tinta de poliuretano acrílico*.



2.3.2.2 Metodologia executiva

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

- em espaço comum:
 - limpeza prévia da chapa pela mão de obra;
 - diluição da tinta pela mão de obra, quando for empregado diluente;
 - coagem e enchimento manual da tinta no recipiente;
 - lançamento da tinta na superfície desejada por meio da pistola *airless*.
- em espaço confinado:
 - renovação contínua de ar por meio do exaustor centrífugo;
 - monitoramento atmosférico contínuo por meio do detector de gases;
 - filtragem do ar por meio do respirador purificador de ar motorizado;
 - limpeza prévia da chapa pela mão de obra;
 - diluição da tinta pela mão de obra, quando for empregado diluente;
 - coagem e enchimento manual da tinta no recipiente;
 - lançamento da tinta na superfície desejada por meio da pistola *airless*, com o operador permanentemente conectado ao tripé com guincho.

2.3.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- em espaço comum:
 - equipamento de pintura com pistola *airless*: líder de equipe.
- em espaço confinado:
 - equipamento de pintura com pistola *airless*: líder de equipe;
 - exaustor centrífugo alta pressão;
 - detector de gases para espaço confinado;
 - respirador purificador de ar motorizado;
 - tripé com guincho para espaço confinado.

a) equipamento de pintura com pistola *airless*

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 143,75 m²/h.



- b) exaustor, detector de gases, respirador purificador motorizado e tripé com guincho

É empregada uma unidade do exaustor, do detector de gases, e do tripé com guincho e duas unidades do respirador purificador de ar motorizado para o desenvolvimento do serviço, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

2.3.2.4 Mão de obra

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

- 1 pintor para execução da pintura;
- 1 ajudante para limpar a peça, diluir e coar a tinta.

2.3.2.5 Materiais e atividades auxiliares

- a) tintas

Consistem em insumos utilizados para a pintura das peças, visando preparo e proteção anticorrosiva.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{R}$$

onde:

Q representa o consumo de tinta, em litros por metro quadrado;

R representa o rendimento teórico da tinta, em metros quadrados por litro.

A tabela 11 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 11 - Consumo de tinta para o serviço de pintura com pistola *airless*

Código SICRO	Descrição	Rendimento (m²/l)	Consumo (l/m²)
2407977	Pintura de fundo com tinta anticorrosiva à base de epóxi poliamida de dois componentes com pistola <i>airless</i> , uma demão, espessura de 160 µm	6,0000	0,16667
2407978	Pintura de fundo com tinta anticorrosiva à base de epóxi poliamida de dois componentes com pistola <i>airless</i> , uma demão, espessura de 160 µm - em espaço confinado	6,0000	0,16667
2407983	Pintura de fundo com tinta anticorrosiva à base de epóxi poliamida de dois componentes com pistola <i>airless</i> , uma demão, espessura de 100 µm - em espaço confinado	12,0000	0,08333

Tabela 11 - Consumo de tinta para o serviço de pintura com pistola *airless* (2/2)

Código SICRO	Descrição	Rendimento (m²/l)	Consumo (l/m²)
2407979	Pintura de acabamento com tinta de poliuretano acrílico de dois componentes com pistola <i>airless</i> , uma demão, espessura de 70 µm	9,2800	0,10776
2407980	Pintura de acabamento com tinta de poliuretano acrílico de dois componentes com pistola <i>airless</i> , uma demão, espessura de 70 µm - em espaço confinado	9,2800	0,10776
2407981	Pintura com selante epóxi vinílico com pistola <i>airless</i> , uma demão, espessura de 80 µm	7,7500	0,12903
2407982	Pintura com tinta anti-incrustante com pistola <i>airless</i> , uma demão, espessura de 125 µm	5,0400	0,19841

b) diluentes

Consiste em insumo utilizado para proporcionar maior fluidez a tinta para aplicação.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = Q_t \times R_d$$

onde:

Q representa o consumo específico de diluente, em litros por metro quadrado;

Q_t representa o consumo de tinta, em litros por metro quadrado;

R_d representa o percentual de diluente, em porcentagem.

A tabela 12 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 12 - Consumo de diluente para o serviço de pintura com pistola *airless*

Código SICRO	Descrição	Consumo de tinta (l/m²)	Diluente (%)	Consumo (l/m²)
2407979	Diluente para esmalte poliuretano de dois componentes	0,10776	10,00	0,01078
2407980	Diluente para esmalte poliuretano de dois componentes	0,10776	10,00	0,01078

c) duto flexível de poliéster aluminizado sem isolamento para exaustão

Consiste em duto flexível acoplado ao exaustor, utilizado para remover gases prejudiciais do espaço confinado durante o processo de pintura.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{C}{V_u \times Q_t \times P}$$



onde:

Q representa o consumo de duto flexível, em metro por metro quadrado;

C representa o comprimento de duto flexível, em metros por unidade;

V_u representa a vida útil do duto flexível, em ano por unidade;

Q_t representa as horas trabalhadas durante o período de um ano, em horas por ano;

P representa a produção horária do serviço, em metros quadrados por hora.

A tabela 13 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 13 - Consumo de duto flexível para o serviço de pintura com pistola *airless*

Código SICRO	Descrição	C (m/un)	V_u (ano/un)	Q_t (h/ano)	P (m²/h)	Consumo (m/m²)
2407978	Duto flexível de poliéster aluminizado sem isolamento para exaustão - D = 263 mm	10,00	10,00	1.988,959	143,75	0,00001
2407980	Duto flexível de poliéster aluminizado sem isolamento para exaustão - D = 263 mm	10,00	10,00	1.988,959	143,75	0,00001
2407983	Duto flexível de poliéster aluminizado sem isolamento para exaustão - D = 263 mm	10,00	10,00	1.988,959	143,75	0,00001

2.3.2.6 Operações de transporte

A tabela 14 apresenta as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 14 - Serviços empregados nas operações de transporte - pintura com pistola *airless*

Descrição	Código SICRO	Descrição
Tintas e diluentes	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
	5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
	5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
	5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

A tabela 15 apresenta os parâmetros referenciais de conversão para unidade de transporte dos insumos integrantes do serviço.

Tabela 15 - Conversão para transporte dos materiais - pinturas com pistola *airless*

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte (t/l)
M3520	Tinta anticorrosiva à base de resina epóxi poliamida bicomponente	0,00135

**Tabela 15 - Conversão para transporte dos materiais - pinturas com pistola *airless* (2/2)**

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte (t/l)
M0714	Tinta de acabamento poliuretano acrílico alifático brilhante bicomponente	0,00128
M3922	Diluyente para esmalte poliuretano de dois componentes	0,00086
M0715	Tinta selante epóxi vinílico bicomponente curada com poliamida	0,00135
M0716	Tinta anti-incrustante livre de estanho	0,00135

2.3.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de pintura com pistola *airless* deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente pintada.

2.3.3 Pintura *shop primer* em chapa de aço por esteira contínua

O serviço consiste na pintura de uma superfície metálica previamente preparada, por meio de sistema de esteira contínua.

Sua aplicação guarda vínculo com a fabricação de embarcações e flutuantes, cujo objetivo é proteger as chapas metálicas do contato com a água, especialmente em ambiente marinho. A execução da atividade requer equipamento com cabine e estufa para pintura eletrostática.

2.3.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- ABNT NBR 7348/2017: *Pintura industrial - Preparação de superfície de aço com jateamento abrasivo ou hidrojateamento*;
- PETROBRAS N-13/2022: *Requisitos técnicos para serviços de pintura*;
- PETROBRAS N-1841/2017: *“Shop primer” de zinco etil-silicato*.

2.3.3.2 Metodologia executiva

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

- posicionamento manual da chapa de aço na cabine de pintura;
- diluição da tinta pela mão de obra;
- pintura da superfície por meio do equipamento para pintura eletrostática;
- secagem da peça em estufa.



2.3.3.3 *Produção horária e equipe mecânica*

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- equipamento para pintura eletrostática com estufa: líder de equipe;
- grupo gerador.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em aferições em obra, cujo valor corresponde a 15,08 m²/h.

O grupo gerador opera em conjunto com o equipamento de pintura eletrostática com estufa, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.3.3.4 *Mão de obra*

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

- 1 ajudante para preparação da tinta e posicionamento da chapa de aço.

2.3.3.5 *Materiais e atividades auxiliares*

a) tinta de fundo bicomponente à base de silicato

Consiste em insumo utilizado para a pintura da superfície metálica.

O consumo referencial adotado é de 0,050 l por unidade de serviço executado.

b) diluente para tinta de fundo à base de silicato

Consiste em insumo utilizado para proporcionar maior fluidez a tinta para aplicação.

O consumo referencial adotado é de 0,005 l por unidade de serviço executado.

2.3.3.6 *Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.

2.3.3.7 *Critérios de medição*

A medição do serviço de pintura *shop primer* em chapa de aço por esteira contínua deve ser realizado em metros quadrados, em função da área efetivamente pintada.

2.4 **Tratamento em chapa de aço**

2.4.1 **Tratamento em chapa de aço por esteira contínua**

O serviço consiste no tratamento superficial de chapa de aço, com jateamento e pintura, por meio de sistema de esteira contínua.



2.4.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- ABNT NBR 7348/2017: *Pintura industrial - Preparação de superfície de aço com jateamento abrasivo ou hidrojateamento*;
- ABNT NBR 15814/2010: *Granalha de aço fundido de alto carbono para jateamento*;
- ABNT ISO 8501-01/2007: *Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness*;
- PETROBRAS N-13/2022: *Requisitos técnicos para serviços de pintura*;
- PETROBRAS N-1841/2017: *“Shop primer” de zinco etil-silicato*.

2.4.1.2 Metodologia executiva

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

- posicionamento manual da chapa de aço na esteira;
- preparação da tinta com diluente pela mão de obra;
- jateamento e pintura sequencial da estrutura por meio do jateador para estruturas metálicas com transportador a roletes.

2.4.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- jateador para estruturas metálicas com transportador a roletes: líder de equipe;
- grupo gerador.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em aferições em obra, cujo valor corresponde a 255,55 m²/h.

O grupo gerador opera em conjunto com o equipamento de pintura eletrostática com estufa, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.4.1.4 Mão de obra

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

- 2 ajudantes para preparar a tinta e posicionar as chapas.



2.4.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) granalha de aço

Consiste em insumo abrasivo de aço fundido de alto carbono, lançado na chapa metálica para promover a limpeza e o adequado acabamento da superfície.

O consumo referencial adotado é de 0,180 kg por unidade de serviço executado.

b) tinta de fundo bicomponente à base de silicato

Consiste em insumo utilizado para a pintura do fundo da superfície metálica.

O consumo referencial adotado é de 0,050 l por unidade de serviço executado.

c) diluente para tinta de fundo à base de silicato

Consiste em insumo utilizado para proporcionar maior fluidez a tinta para aplicação.

O consumo referencial adotado é de 0,005 l por unidade de serviço executado.

2.4.1.6 Operações de transporte

A tabela 16 apresenta o parâmetro referencial adotado, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 16 - Serviços empregados nas operações de transporte - tratamento em chapa de aço por esteira contínua

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0511	Abrasivo tipo granalha de aço	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.4.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de tratamento de chapa de aço por esteira contínua deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente tratada.

2.4.2 Tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11

O serviço consiste no tratamento de superfície de aço, com ferramenta mecânica, grau SP 11, executado em espaço comum ou confinado.



2.4.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- ABNT NBR 15239/2024: *Pintura Industrial - Tratamento de superfícies de aço carbono com ferramentas manuais e mecânicas*;
- ABNT NBR 16577/2017: *Espaço confinado - Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção*;
- NR 33/2022: *Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados*;
- SSPC SP 11/2020: *Power tool cleaning to bare metal*.

2.4.2.2 Metodologia executiva

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

- em espaço comum:
 - tratamento da superfície de aço com escova rotativa com cerdas de aço.
- em espaço confinado:
 - renovação contínua de ar por meio do ventilador centrífugo;
 - monitoramento atmosférico contínuo por meio do detector de gases;
 - filtragem do ar por meio do respirador purificador de ar motorizado;
 - tratamento da superfície de aço com escova rotativa com cerdas de aço, com o operador permanentemente conectado ao tripé com guincho.

2.4.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida de forma conjunta pelos seguintes equipamentos:

- em espaço comum:
 - escova rotativa com cerdas de aço: líder de equipe.
- em espaço confinado:
 - escova rotativa com cerdas de aço: líder de equipe;
 - ventilador centrífugo média pressão;
 - respirador purificador de ar motorizado;
 - detector de gases com bomba elétrica para espaço confinado;
 - tripé com guincho para espaço confinado.



a) escova rotativa com cerdas de aço

A produtividade foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 0,91300 m²/h.

b) ventilador, detector de gases, respirador purificador motorizado e tripé com guincho

É empregada uma unidade do ventilador, do detector de gases, do respirador e do tripé com guincho para o desenvolvimento dos serviços, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

2.4.2.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

2.4.2.5 Materiais e atividades auxiliares

a) cinta com cerdas de aço

Consiste em implemento da escova rotativa.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{V_u \times P}$$

onde:

Q representa o consumo de cinta, em unidades por metro quadrado;

V_u representa a vida útil da cinta, em horas por unidade;

P representa a produtividade referencial, em metros quadrados por hora.

A tabela 17 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 17 - Consumo de cinta com cerdas de aço para o serviço de tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11

Vida útil (h/un)	Produtividade referencial (m ² /h)	Consumo (un/m ²)
1,00	1,10000	0,90909

b) duto flexível de poliéster aluminizado sem isolamento para ventilação forçada

Consiste em duto flexível acoplado ao ventilador, utilizado para ventilar o espaço confinado durante o processo de tratamento de superfície.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:



$$Q = \frac{C}{V_u \times Q_t \times P}$$

onde:

Q representa o consumo de duto flexível, em metros por metro quadrado;

C representa o comprimento comercial do duto flexível, em metros por unidade;

V_u representa a vida útil do duto flexível, em anos por unidade;

Q_t representa as horas trabalhadas durante o período de um ano, em horas por ano;

P representa a produtividade referencial, em metros quadrados por hora.

A tabela 18 apresenta os parâmetros referenciais adotados e o respectivo consumo do material.

Tabela 18 - Consumo de duto flexível para o serviço de tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11

Comprimento comercial (m/un)	Vida útil (anos/un)	Horas trabalhadas por ano (h/ano)	Produtividade referencial (m²/h)	Consumo (m/m²)
10,00	10,00	1.988,959	1,10000	0,00046

2.4.2.6 Operações de transporte

A tabela 16 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 19 - Serviços empregados nas operações de transporte - tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M0713	Cinta com cerdas de aço	0,00003 t/un	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.4.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente tratada.



2.4.3 Hidrojateamento de chapa de aço grau WJ-2

Consiste em procedimento de limpeza de superfícies metálicas com uso de jatos de água com ultra-alta pressão (acima de 1.700 bar).

2.4.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- ABNT NBR 7348/2017: *Pintura industrial - Preparação de superfície de aço com jateamento abrasivo ou hidrojateamento*;
- NACE WJ-2/SSPC-SP WJ-2/2021: *Waterjet cleaning of metals - Very through cleaning*;
- PETROBRAS N-9/2022: *Tratamento de superfícies de aço com jato abrasivo e hidrojateamento*.

2.4.3.2 Metodologia executiva

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

- jateamento da superfície metálica com jatos de água por meio da bomba de alta pressão para hidrojateamento.

2.4.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida exclusivamente pelo equipamento bomba de alta pressão para hidrojateamentos, incorrendo em sua liderança de equipe e a consequente atribuição da produção horária do serviço.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 7,26250 m²/h.

2.4.3.4 Mão de obra

Não se aplica a este serviço.

2.4.3.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.4.3.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.



2.4.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de hidrojateamento deve ser realizada em metros quadrados, em função da área efetivamente tratada.

2.5 Solda elétrica

2.5.1 Solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço

O serviço consiste na soldagem com a utilização de eletrodo revestido E60XX, para o aço ASTM-A570 grau 40, e E70XX, para o aço ASTM-A570 grau 4%.

2.5.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

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

- ABNT NBR 10474/2015: *Qualificação em soldagem - Terminologia*.

2.5.1.2 Metodologia executiva

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

- posicionamento manual das chapas de aço e perfis metálicos;
- preparação manual do eletrodo na máquina de solda elétrica;
- execução da soldagem pela mão de obra.

2.5.1.3 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 são empregados os seguintes equipamentos:

- máquina de solda elétrica transformadora;
- grupo gerador.

As produções horárias foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 20.

Tabela 20 - Produções horárias do serviço de solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço

Código SICRO	Descrição	Produção de equipe (kg/h)
2408057	Solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço com eletrodo E60XX	1,34139
2408058	Solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço com eletrodo E70XX	2,81387



a) máquina de solda elétrica transformadora

É empregada uma unidade de máquina de solda para o desenvolvimento do serviço, sendo atribuída a utilização operativa integral na atividade.

O grupo gerador opera em conjunto com a máquina de solda elétrica transformadora, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.5.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 ajudante para auxiliar na manipulação das chapas e perfis;
- 1 soldador para realizar a soldagem.

2.5.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) eletrodo

Consiste em insumo utilizado para abrir o arco elétrico e originar a poça de fusão no processo de soldagem.

O consumo referencial adotado é de 1,00 kg por unidade de serviço executado.

2.5.1.6 Operações de transporte

A tabela 21 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas aos insumos integrantes do serviço.

Tabela 21 - Serviços empregados nas operações de transporte - solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1397	Eletrodo revestido E60XX	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada
M2130	Eletrodo revestido E70XX	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais



Tabela 21 - Serviços empregados nas operações de transporte - solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço (2/2)

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M2130	Eletrodo revestido E70XX	0,00100 t/kg	5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.5.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço deve ser realizada em quilogramas, em função da massa de eletrodos efetivamente aplicada.

2.6 Adesivo estrutural

2.6.1 Adesivo estrutural à base de resina epóxi

O serviço consiste no fornecimento e aplicação de adesivo estrutural à base de resina epóxi.

2.6.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.6.1.2 Metodologia executiva

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

- limpeza manual da superfície de aplicação;
- preparação e mistura dos componentes do adesivo estrutural pela mão de obra;
- aplicação do adesivo pela mão de obra.

2.6.1.3 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 5,00 kg/h.

2.6.1.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 pedreiro para realizar a aplicação do adesivo;



- 1 servente para realizar a preparação e mistura dos componentes do adesivo e limpar a superfície de aplicação.

2.6.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) adesivo estrutural à base de resina epóxi

Consiste em insumo bicomponente à base de resina epóxi, de alta aderência e média viscosidade, utilizado na adesão de superfícies.

O consumo referencial adotado é de 1,00 kg por unidade de serviço executado.

2.6.1.6 Operações de transporte

A tabela 22 apresenta o parâmetro referencial adotado, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 22 - Serviços empregados nas operações de transporte - fornecimento e aplicação de adesivo estrutural à base de resina epóxi

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1387	Adesivo estrutural à base de resina epóxi de média viscosidade	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.6.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de fornecimento e aplicação de adesivo estrutural à base de resina epóxi deve ser realizada em quilogramas, em função da quantidade de adesivo aplicada.



APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO - ESTRUTURA METÁLICA

A tabela 23 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de estrutura metálica, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

Tabela 23 - Relação das composições de custos por subgrupo - estrutura metálica

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Estrutura em perfil de aço ASTM A36	2408149
2.2.1 Jateamento de chapa de aço com o uso de granalhas de aço	2408069, 2419790, 2408068 e 2407976
2.2.2 Jateamento abrasivo em chapa de aço por esteira contínua	2408075
2.3.1 Pintura de fundo e acabamento com pistola a ar comprimido	2419705, 2419704, 2419703, 2408080, 2408078, 2408077 e 2408079
2.3.2 Pintura de superfície metálica com pistola airless	2407983, 2407977, 2407978, 2407979, 2407980, 2407981 e 2407982
2.3.3 Pintura shop primer em chapa de aço por esteira contínua	2408076
2.4.1 Tratamento em chapa de aço por esteira contínua	2419789
2.4.2 Tratamento de superfície de aço com ferramenta mecânica grau SP-11	2407974 e 2407975
2.4.3 Hidrojateamento de chapa de aço grau WJ-2	2407973
2.5.1 Solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço	2408057 e 2408058
2.6.1 Adesivo estrutural à base de resina epóxi	2407972