

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA**

**ANDRÉ LUIS FREITAS CARDINES**

**AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA AO DESGASTE ABRASIVO DE VÁRIOS TIPOS  
DE MATERIAIS INSTALADOS NA LATERAL DE ESTEIRA TRANSPORTADORA**

Ilha Solteira – SP

2017

**ANDRÉ LUIS FREITAS CARDINES**

**AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA AO DESGASTE ABRASIVO DE VÁRIOS TIPOS  
DE MATERIAIS INSTALADOS NA LATERAL DE ESTEIRA TRANSPORTADORA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira - UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência dos Materiais.

**Prof. Dr. Newton Luiz Dias Filho**  
Orientador

Ilha Solteira – SP

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C267a Cardines, André Luis Freitas.  
Avaliação de resistência ao desgaste abrasivo de vários tipos de materiais instalados na lateral de esteira transportadora / André Luis Freitas Cardines. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2017  
156 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Química dos Materiais, 2017

Orientador: Newton Luiz Dias Filho  
Inclui bibliografia

1. Desgaste. 2. Abrasão. 3. Aço liga.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** Avaliação de resistência ao desgaste abrasivo de vários tipos de materiais instalados na lateral de esteira transportadora

**AUTOR:** ANDRÉ LUIS FREITAS CARDINES

**ORIENTADOR:** NEWTON LUIZ DIAS FILHO

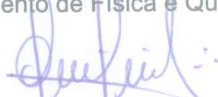
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA DOS MATERIAIS, área: QUÍMICA DOS MATERIAIS pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. NEWTON LUIZ DIAS FILHO  
Departamento de Física e Química / Universidade do Extremo Sul Catarinense



Profa. Dra. MARIA ANGELA DE M CORDEIRO  
Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. GIULIANO PIERRE ESTEVAM  
Departamento de Biocombustíveis / FATEC Araçatuba

Ilha Solteira, 04 de abril de 2017



ATESTADO DE APROVAÇÃO - DEFESA

Atestamos que **ANDRÉ LUIS FREITAS CARDINES**, RA nº: 113047-8, RG nº 6.015.926-2, expedido pela SESP/PR, defendeu, no dia 04/04/2017, a dissertação intitulada **Avaliação de resistência ao desgaste abrasivo de vários tipos de materiais instalados na lateral de esteira transportadora**, junto ao Programa de Pós Graduação em CIÊNCIA DOS MATERIAIS, Curso de Mestrado Acadêmico, tendo sido 'APROVADO'.

Atestamos ainda que a obtenção do título dependerá de homologação pelo Órgão Colegiado competente.

Ilha Solteira, 04 de abril de 2017



---

**Márcia Regina Nagamachi Chaves**  
Supervisor Técnico de Seção - STPG

## RESUMO

Com intuito de aumentar a disponibilidade dos equipamentos e reduzir custo de manutenção além de possibilitar a realização de entressafras em períodos reduzidos, as indústrias do setor sucroenergético têm buscado materiais de maior resistência para aplicações específicas. Diante desta condição este trabalho avaliou o desgaste em corpos de prova instalados em pontos distintos de uma esteira transportadora de toletes de cana colhidos mecanicamente. A comparação foi realizada entre cinco tipos de chapas metálicas, sendo a liga metálica ASTM A36 a mais utilizada para este fim. Os demais materiais pertencem à família dos aços inoxidáveis e dos aços ligas, sendo denominados: AISI 304, AISI 439, AISI 410D e HARDOX 450. Todos os materiais foram submetidos a análises químicas, micrografia, macrografia e dureza, com intuito de comprovar a diferença desses materiais, além disso, realizou-se a constatação do melhor material por meio de teste físico em local de alta abrasão e das análises realizadas. Todos os ensaios ocorreram durante o período de safra de cana-de-açúcar, entre os meses de março a novembro de 2016. Esses ensaios demonstraram os desgastes no decorrer dos meses de estudo, apresentando um desgaste médio final ao término da safra, no qual o HARDOX 450 demonstrou ser o material de menor desgaste. Para cada caso estudado foi apresentada uma análise econômica de modo a direcionar o melhor material a ser aplicado.

**Palavras Chaves:** Desgaste, abrasão, aço carbono, aço liga.

## **ABSTRACT**

In order to increase the availability of equipment and reduce maintenance costs in addition to enabling off-season in a reduced period of time, the industries of the sugarcane industry's sector have sought higher resistance materials for specific applications. Given this condition, this work evaluated the wear on test specimens installed at different points on a conveyor belt of mechanically harvested cane. The comparison was made between five types of sheet metal, the metal alloy ASTM A36 being the most used for this purpose. The other materials belong to the family of stainless steels and alloys, being named: AISI 304, AISI 439, AISI 410D and HARDOX 450. All the materials were submitted to chemical analysis, micrography, macrography and hardness, in order to prove the difference of these materials, in addition, the best material was verified by means of physical test in place of high abrasion and the analyzes performed.. All the tests took place during the sugarcane harvest period, between March and November of 2016. These tests showed wear during the study months, showing a final average wear at the end of the harvest, in which HARDOX 450 was the least wear resistant material. For each case an economic analysis was presented in order to direct the best material to be applied.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição global de cana-de-açúcar.....	10
Figura 2 - Rendimento médio da cana-de-açúcar no Brasil. ....	11
Figura 3 - Produção de cana-de-açúcar no Brasil: ano/safra x milhões de toneladas. .....	11
Figura 4 - Localização da cana-de-açúcar no Brasil .....	12
Figura 5 - Disponibilidade Industrial .....	14
Figura 6 - Mecanismos de desgaste conforme DIN 50320 .....	16
Figura 7 - Exemplos de desgaste da unidade de estudo .....	17
Figura 8 - Interno do transportador sem carga.....	19
Figura 9 - Imagem do interior do transportador de cana .....	19
Figura 10 - Demonstração esquemática do desgaste abrasivo.....	21
Figura 11 – Abrasão por Goivagem .....	22
Figura 12 – Ilustração de abrasão à alta tensão .....	23
Figura 13 – Ilustração de abrasão a baixa tensão.....	24
Figura 14 - Transportador TT-01 - Linha de recepção de cana picada .....	28
Figura 15 - Conjunto geral do transportador TT-01 .....	30
Figura 16 - Ilustração da montagem dos dispositivos .....	31
Figura 17 - Corpo de prova - Conjunto de montagem .....	32
Figura 18 - Dispositivo instalado na lateral inferior do transportador.....	33
Figura 19 - Dispositivo instalado na lateral próximo ao nivelador.....	34
Figura 20- Dispositivo instalado na parte frontal do transportador .....	34
Figura 21 - Moagem de cana durante o período de Abril a Novembro de 2016.....	40
Figura 22 - Moagem acumulada na Safra 16'17 .....	40
Figura 23 - Impurezas minerais por tonelada de cana. ....	41
Figura 24 - Porcentagem de impureza total. ....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição Química do material AISI 304.....	26
Tabela 2 - Composição química do material AISI 439 .....	27
Tabela 3 – Composição química do material HARDOX 450 .....	27
Tabela 4 - Desgaste das chapas localizadas na lateral esquerda da calha transportadora.....	36
Tabela 5 - Desgaste das chapas localizadas na lateral direita da calha transportadora.....	37
Tabela 6 - Desgaste das chapas localizadas na parte frontal do espalhador de cana.....	39
Tabela 7 - Dados que compõe o custo de instalação de cada chapa .....	43
Tabela 8 - Variáveis do estudo.....	44
Tabela 9 - Resultado dos desgastes das chapas.....	44
Tabela 10 - Evolução da Projeção do Desgaste .....	45
Tabela 11 - Espessura mínima dos corpos de prova .....	45
Tabela 12 - Custo de instalação do Aço Carbono A36 no decorrer dos anos.....	46
Tabela 13 - Custo de instalação do INOX 410 D no decorrer dos anos.....	46
Tabela 14 - Custo de instalação do HARDOX 450 no decorrer dos anos.....	47
Tabela 15 - Custo de instalação do INOX 439 no decorrer dos anos .....	47
Tabela 16 - Custo de instalação do INOX 439 no decorrer dos anos .....	48
Tabela 17 - Viabilidade de cada material dos anos 1 a 6.....	48
Tabela 18 - Viabilidade de cada material dos anos 7 a 11 .....	49
Tabela 19 - Viabilidade de cada material .....	49

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Especificação e composição do material ASTM A36 .....	23
--	----

## Sumário

1.	INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	8
1.1.	ASPECTOS DE ESTUDO NO SETOR SUCROALCOOLEIRO .....	9
1.1.1.	Produção de cana-de-açúcar .....	9
1.2.	UNIDADE DE ESTUDO .....	12
1.2.1.	Geografia da Região Centro-Oeste do Estado .....	13
1.2.2.	Escolha da Unidade .....	13
2.	FUNDAMENTOS E DEFINIÇÕES DE DESGASTE E MATERIAIS.....	15
2.1.	Definições de Desgaste .....	15
2.2.	Mecanismos de Desgaste .....	16
2.3.	Desgaste Abrasivo .....	18
2.3.1.	Classificação do Desgaste Abrasivo .....	20
2.4.	Materiais de Estudos .....	25
2.4.1.	ASTM A36 .....	25
2.4.2.	AISI 304.....	26
2.4.3.	AISI 439.....	27
2.4.4.	HARDOX 450 .....	27
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1.	Materiais .....	28
3.2.	Métodos.....	31
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.	ANÁLISE ECONÔMICA .....	43
6.	CONCLUSÃO .....	50
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
8.	APÊNDICE A – ENSAIOS METALOGRAFICOS .....	56
9.	APÊNDICE B – MACROGRAFIA E MICROGRAFIA APÓS ESTUDO .....	97

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Na linha do tempo, o setor sucroalcooleiro, hoje denominado sucroenergético, tem evoluído significativamente: de empresas familiares para empresas com gestão profissionalizada; de empresas individuais para grupos de médio e grande porte, até mesmo de alguns grupos com capital aberto para investidores de variados níveis. Ainda na linha da evolução, pode-se analisar a alteração do portfólio de produtos, além dos já consagrados produtos, como o açúcar em suas várias linhas e o etanol, atualmente tem-se como fonte de receita a energia elétrica, com a concepção de termoelétrica; o etanol de segunda geração; o bagaço excedente; o vapor e a comercialização de levedura seca.

Diante da evolução do setor, fazem-se necessárias melhorias dos equipamentos empregados no processo produtivo, aprimoramentos estes que devem necessariamente impactar em produtividade e em disponibilidade, mantendo assim a planta em operação por maior tempo possível sem a necessidade de realização de paradas para manutenções e, principalmente, a redução do período de entressafra.

Na região sudeste do Brasil a entressafra acontecia normalmente entre os meses de novembro a abril, em regra limitada pela disponibilidade de matéria-prima adequada e/ou pela necessidade de manutenção geral da planta industrial.

Com o avanço tecnológico e desenvolvimento do setor e ainda com melhor planejamento de manutenção, têm-se reduzido drasticamente o período de entressafra, a qual tem chegado a aproximadamente dois meses, mantendo os níveis aceitáveis de confiabilidade da planta industrial.

No entanto ainda existem alguns equipamentos com oportunidades de ganhos de redução de tempo na manutenção, principalmente aqueles que têm sua vida útil afetada pelo desgaste dos materiais que os compõe. A substituição de materiais aplicados na construção de equipamentos poucas vezes afeta a sua produtividade, porém equipamentos concebidos ou recuperados com materiais de especificações não adequadas podem reduzir drasticamente a vida útil do conjunto. A diminuição da vida útil gera maior quantidade de paradas para manutenções durante o período de operação, reduzindo a confiabilidade e disponibilidade do equipamento. No período de entressafra, gera ainda maior desprendimento de mão de obra, de tempo de manutenção e de custo para correção dos desvios.

Diante dos fatos citados, o presente trabalho analisa e apresenta estudo sobre a utilização de materiais de diferentes composições químicas e características físicas, instalados na lateral de um transportador de cana-de-açúcar picada que possui capacidade de transporte de 1000 toneladas de cana por hora. Este equipamento é responsável pela recepção de 100% da matéria prima utilizada para o processamento na indústria. Devido ao grande esforço aplicado, a utilização por período de 24h e média de 250 dias por ano, este equipamento apresenta tipicamente desgaste por abrasão de sua estrutura lateral, justificando um estudo mais detalhado.

Serão submetidos à análise corpos de prova compostos pelos materiais mais utilizados no setor sucroenergético, com propósito de identificar aquele que resulta o menor custo ao longo da vida útil na aplicação submetida. Para tanto, serão considerados o custo do material, a vida útil do material aplicado, o custo empregado com mão de obra e os materiais consumíveis aplicado na manutenção.

Os materiais selecionados para esta pesquisa foram o ASTM A36, pois este originalmente compõe a estrutura existente do equipamento e será a base de referência para os ensaios, e os AISI 304, AISI 439, AISI 410D e HARDOX 450.

## **1.1. ASPECTOS DE ESTUDO NO SETOR SUCROALCOOLEIRO**

Serão abordados nesse capítulo dados da produção da cana-de-açúcar e também os principais fatores que causam desgaste de equipamentos do setor sucroalcooleiro, destacando os problemas na recepção de cana.

### **1.1.1. Produção de cana-de-açúcar**

A cana-de-açúcar é uma planta semiperene da família das gramíneas, pertencente ao gênero *Saccharum*. Oriunda das regiões temperadas quentes e tropicais da Ásia, atualmente é cultivada em vários países do mundo. Em determinadas regiões desses países, a cana-de-açúcar encontra condições climáticas ideais para seu crescimento, sendo uma estação quente e úmida, que irá proporcionar a germinação, o brotamento e o desenvolvimento da planta, e outra estação de clima seco e frio, que promoverá a maturação dos colmos, resultando no acúmulo de sacarose (Matos, 2012).



O cultivo da cana-de-açúcar encontra-se em países localizados na latitude 36,7° norte e 31,0° sul da linha do Equador, estendendo-se de zonas tropicais a subtropicais, conforme representado na Figura 1.



Figura 1 - Distribuição global de cana-de-açúcar.  
Fonte: Sugarcane crops (2013).

Segundo Sugarcane crops (2013), de um total de 121 países produtores de cana-de-açúcar, o Brasil possui a maior área de produção, porém a área cultivada e a produtividade diferem muito entre os países analisados.

Existem diversos fatores que regulam o ciclo da cana-de-açúcar, dentre eles podem-se citar o clima, a variedade cultivada e as práticas culturais. Em nosso país, esse ciclo é geralmente de seis anos, resultando em cinco cortes, quatro tratamentos de soqueiras e uma reforma (BIOETANOL DE CANA, 2008). Através da Figura 2, pode-se observar o rendimento médio da cana-de-açúcar em diferentes cortes.

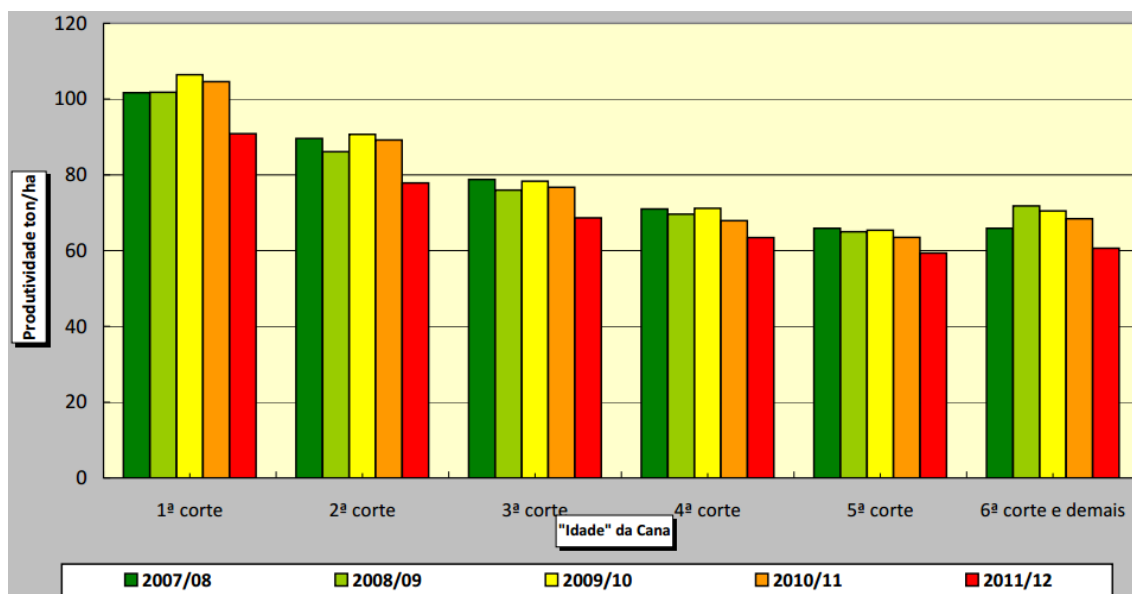


Figura 2 - Rendimento médio da cana-de-açúcar no Brasil.  
Fonte: MAPA (2012).

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, apresentado desde a safra de 1970/71 até 2010/11, a produção de cana-de-açúcar no país vem crescendo a cada ano. Conforme representado na Figura 3, a safra 2012/13 apresentou produção de 588,916 milhões de toneladas, onde foram cultivadas 8,485 milhões de hectares de cana-de-açúcar com produtividade de 69,4 t/ha e do total de cana-de-açúcar moída com ATR médio de 136 kg/t foram produzidos 38,34 milhões de toneladas de açúcar e 23,64 bilhões de litros de etanol, sendo 9,85 bilhões de etanol anidro e 13,79 bilhões de etanol hidratado (CONAB, 2013).

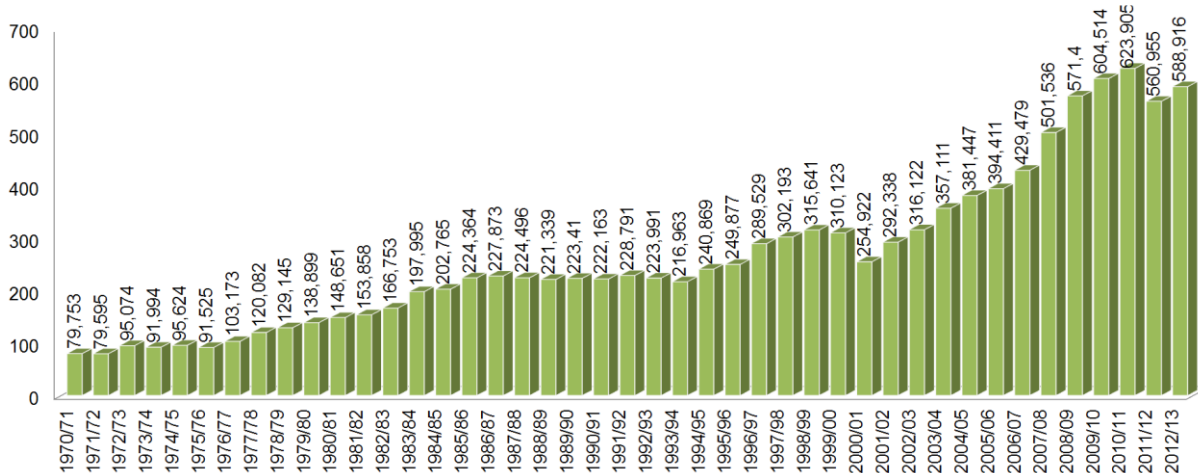


Figura 3 - Produção de cana-de-açúcar no Brasil: ano/safra x milhões de toneladas.  
Fonte: Adaptado de Rank Brasil (2012) e CONAB (2013).

De acordo com a CONAB, grande parte da expansão da cana-de-açúcar ocorre em áreas de pastagens degradadas na região Centro-Sul do Brasil. Assim sendo, não há aumento da competição por terras ou deslocamento de outras culturas.

As principais regiões produtoras de cana-de-açúcar estão localizadas na região centro sul e no nordeste brasileiro, conforme podemos observar as áreas em destaque na Figura 4.

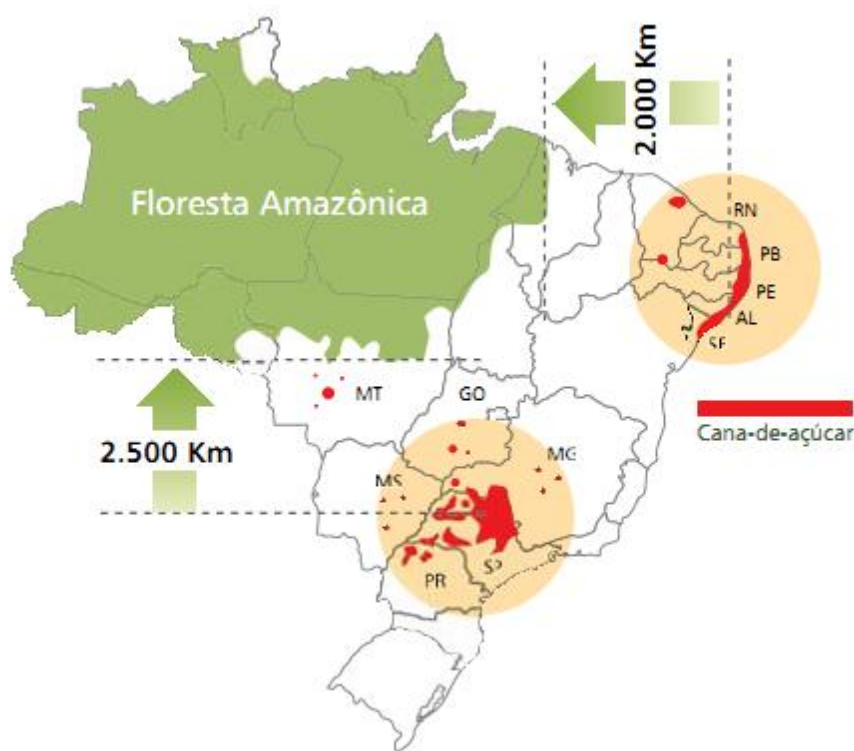


Figura 4 - Localização da cana-de-açúcar no Brasil  
Fonte: Matos (2012).

A política nacional para a produção da cana-de-açúcar se orienta na expansão sustentável da cultura, com base em critérios econômicos, ambientais e sociais, com programa de regulamentação do plantio da cana-de-açúcar, que leva em consideração o meio ambiente e a aptidão econômica da região, além de estipular as áreas propícias ao plantio com base nos tipos de clima, solo, biomas e necessidades de irrigação (MAPA, 2013).

## 1.2. UNIDADE DE ESTUDO

A usina escolhida para o estudo foi a Raízen Unidade Paraguaçu que se encontra localizada no Sítio Paralcool, S/N, Bairro Brejão, Zona Rural, Paraguaçu Paulista – SP. Essa unidade mói 11.500 toneladas de cana por dia e produz 1.000 toneladas de açúcar e 350 m<sup>3</sup> de etanol. A unidade de estudo encontra-se na cidade de Paraguaçu Paulista, a qual se localiza na região centro-oeste do estado de São Paulo.

### **1.2.1. Geografia da Região Centro-Oeste do Estado**

Os principais rios da região são: Rio Aguapeí, Rio Paraná, Rio Paranapanema, Rio do Peixe e Rio Tietê. Todos esses rios citados, percorrem relevos planálticos (Planalto Ocidental Paulista) e possuem grande potencial hidroelétrico, percorrendo altitudes que normalmente variam entre 200 a 600 metros acima do nível do mar. A região toda se encontra abrangida sobre o Aquífero Guarani, a maior reserva subterrânea de água doce do mundo e parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná. O relevo predominantemente é planáltico, e as altitudes giram em torno de 350 metros, na região do Baixo Tietê, até 890 metros, na Serra de Botucatu. O relevo da região é de origem sedimentar, de predominância planáltica, onde se encontra em quase todo território o solo de coloração avermelhada, que foi apelidado pelos imigrantes italianos como Terra Roxa, que serviu como principal atrativo para o cultivo de café na região, mais tarde abandonado por motivos climáticos (geadas), ou econômicos (desvalorização do café no mercado internacional). O clima predominante na região é o Tropical de Altitude, nas variedades Aw e Cwa na escala de Köppen. Sendo assim, é comum na região a presença de verões quentes e úmidos, com temperaturas acima de 18 °C e invernos amenos ou frios, com baixa precipitação chuvosa.

### **1.2.2. Escolha da Unidade**

A usina Raízen unidade Paraguaçu foi escolhida devido a sua localização, uma vez que apresenta disponibilidade agrícola (região fértil e propícia ao cultivo da cana-de-açúcar) e grande disponibilidade industrial (região de grandes investimentos no setor sucroalcooleiro). Além disso, encontra-se no estado de maior produção de açúcar e etanol, tornando o estudo representativo para outras usinas. Outro fator de

decisão foi o porte médio da usina, pois o estudo com equipamentos menores tornam os corpos de prova utilizados mais significativos utilizando menor custo.

A Figura 5 ilustra a disponibilidade industrial da usina escolhida para estudo. Por meio da avaliação do gráfico, conclui-se que a Raízen Paraguaçu possui grande disponibilidade industrial, atingindo valores acima de 97%.

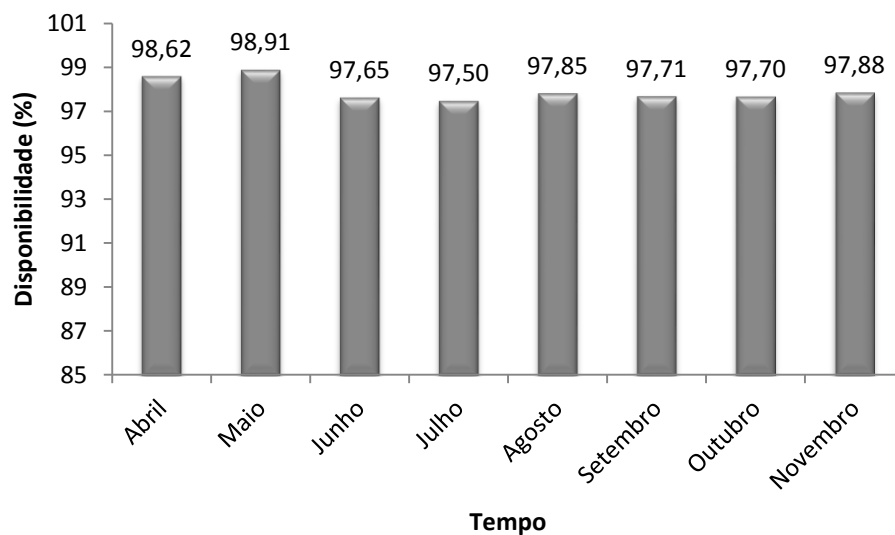


Figura 5 - Disponibilidade Industrial  
Fonte: Próprio autor

## 2. FUNDAMENTOS E DEFINIÇÕES DE DESGASTE E MATERIAIS

### 2.1. Definições de Desgaste

Segundo ZUM-GAHR (1987) apud LIMA (2008), “desgaste abrasivo é o deslocamento de material causado pela presença de partículas duras entre duas superfícies que possuem movimento relativo. Essas partículas podem estar entre as superfícies ou incrustadas em uma delas. O desgaste abrasivo pode ainda ser ocasionado pela presença de protuberâncias duras em uma, ou nas duas superfícies móveis”.

Define-se como desgaste a perda do material de composição da superfície de um corpo sólido devido ao contato e movimento relativo com outro corpo, sendo este corpo sólido, líquido ou gasoso ASTM (G-40). As falhas em componentes ou estrutura de máquinas e equipamentos podem estar associadas aos danos causados por quatro mecanismos fundamentais: a deformação plástica, a formação e propagação de trincas, a corrosão ou o desgaste ZUM-GAHR(1987) apud LIMA (2008).

O termo desgaste refere-se ao dano em um material, geralmente envolvendo perda da forma original com a redução de material, devido ao movimento relativo entre superfícies em contato direto ou entre superfície e substâncias existentes entre as mesmas.

Segundo a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development) da ONU, desgaste pode ser definido como sendo um dano progressivo que envolve a perda de material, perda a qual ocorre na superfície de um componente como resultado de um movimento relativo a um componente adjacente. Na maioria das aplicações práticas quando ocorre o movimento relativo entre duas superfícies sólidas, este movimento ocorre na presença de lubrificantes (STOETERAU, 2004).

BUDINSKI (1987) sugere a seguinte classificação dos tipos de desgaste: desgaste por abrasão, erosão, adesão ou fricção e fadiga térmica e segundo EYRE (1991) apud LIMA (2008), devido à complexidade dos fatores envolvidos no desgaste, procura-se estabelecer classificações que facilitem o estudo do fenômeno e a sua prevenção.

Entretanto, a classificação dos vários tipos de desgaste é difícil, pois há muita divergência entre os mesmos e seus efeitos. Existem situações em que um tipo de desgaste muda de um para outro ou em que dois ou mais tipos podem operar juntos.

## 2.2. Mecanismos de Desgaste

O desgaste apresenta diferentes tipos, sendo mais frequentes os seguintes desgastes: abrasivo, erosivo, por deslizamento e por fadiga de contato.

A norma DIN 50320 destaca quatro principais tipos de mecanismos de desgaste, que são: desgaste adesivo, desgaste abrasivo, desgaste por fadiga de superfície e desgaste por reação triboquímica. A figura 6 apresenta esquematicamente estes quatro tipos de desgaste.

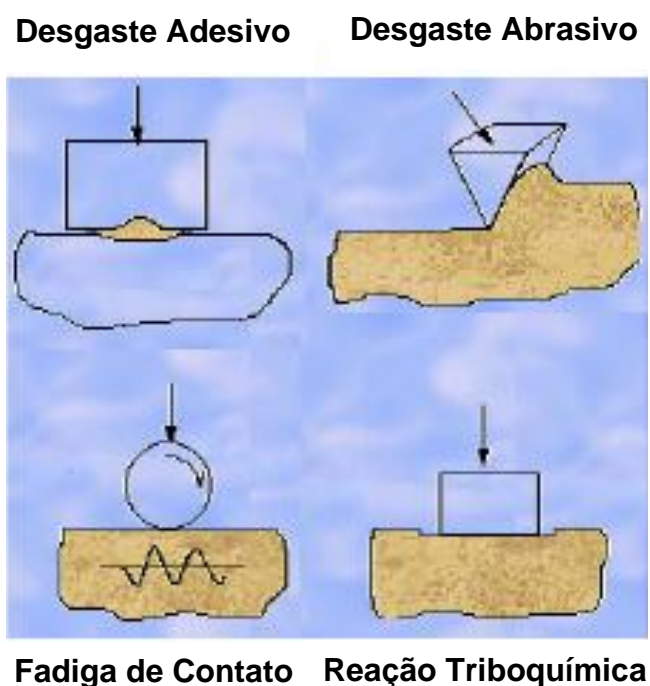


Figura 6 - Mecanismos de desgaste conforme DIN 50320  
Fonte: BRANKOVIC (1998) apud KÖNIG (2007).

A Figura 7 ilustra exemplo dos desgastes apresentados anteriormente.





Figura 7 - Exemplos de desgaste da unidade de estudo  
Fonte: Próprio autor

De uma maneira simplificada, podem-se diferenciar os quatro tipos de mecanismos de desgaste da seguinte maneira:

- Adesão:

Formação e ruptura da união adesiva interfacial - exemplos: Junções soldadas a frio, desgaste por atrito;

- Abrasão:

Remoção de material mediante processo de riscamento - processo de microcorte;

- Fadiga de superfície ou contato:

Fadiga e formação de trincas em regiões superficiais devido a ciclos de tensão, resultando em separações de material;

- Reações triboquímicas:

Desenvolvimento de produtos resultantes de reações químicas desenvolvidas entre o par de desgaste e o meio interfacial.

Considerando que o mecanismo de abrasão é aquele predominante nas chapas de fechamento estrutural do transportador em análise, este será melhor detalhado a seguir.



### 2.3. Desgaste Abrasivo

O desgaste abrasivo é um dos principais tipos de desgaste, sendo um dos mais intensos e mais encontrados na prática, sendo responsável por 50% das causas de falhas das máquinas ou componentes (EYRE,1991) apud (VILLABÓN e SINATORA, 2006). Além disso, o desgaste abrasivo tem especial importância nas atividades agrícolas, de transporte e de mineração, atividades de importância estratégica para países como o Brasil (VILLABÓN e SINATORA, 2006).

Durante o processamento da cana em usinas de açúcar e destilarias de álcool ocorre o desgaste por abrasão dos equipamentos, gerando assim a deterioração dos mesmos, resultando num custo significativo para operação dessas usinas.

Segundo Lima et al.(2008), os equipamentos que apresentam condições mais críticas do ponto de vista de desgaste abrasivo são: a mesa alimentadora, o nivelador, os roletes, as volanteiras, os mancais, o picador, o desfibrador e as moendas.

Em termos gerais, pode-se classificar o desgaste em desgaste por deslizamento e desgaste por partículas duras: erosão e desgaste abrasivo (HUTCHINGS, 1992). O desgaste abrasivo é um problema comum em indústrias de mineração, laminação, cana-de-açúcar, agrícola, entre outras.

Estima-se que o custo com a abrasão atinja cerca de 1 a 4% do produto interno bruto de nações industrializadas (TYLCZAK, 1992). Os estudos realizados mostram que a resistência ao desgaste abrasivo dos materiais muda, dependendo de sua microestrutura, além de outras variáveis, como tamanho, dureza, geometria e tenacidade do abrasivo.

Nas figuras 8 e 9, pode-se observar a parte interna do transportador, local onde as chapas sofrem desgaste devido à abrasão.



Figura 8 - Interno do transportador sem carga

Fonte: Próprio Autor

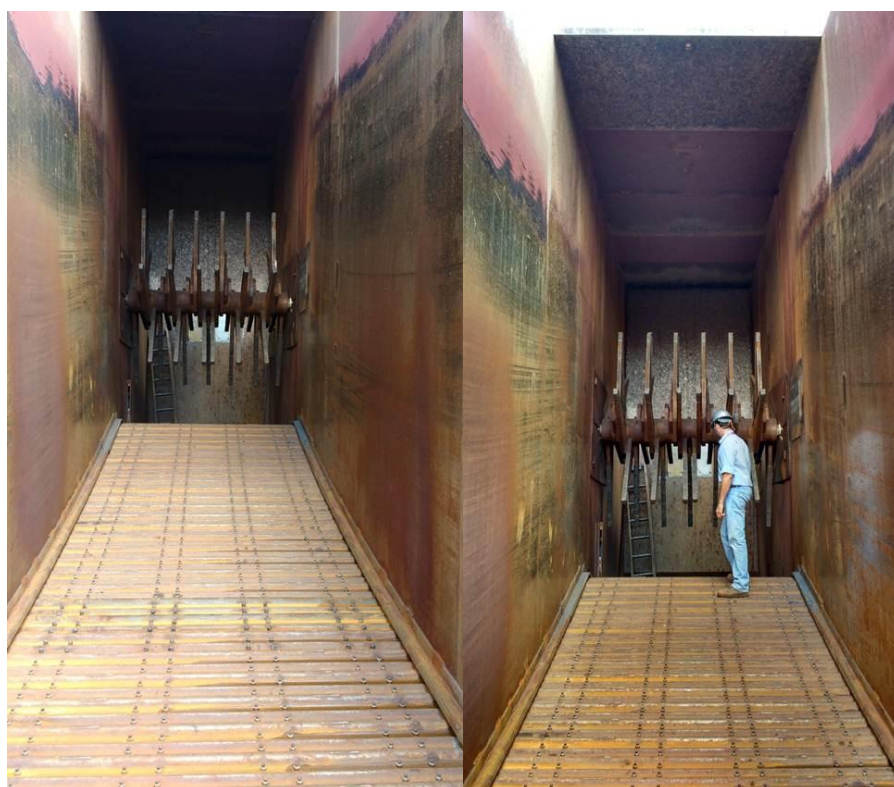


Figura 9 - Imagem do interior do transportador de cana

Fonte: Próprio Autor

Nas Figuras 8 e 9 também é possível observar que as chapas internas que compõe o equipamento estão em contato direto com o material transportado, sendo

assim, a região que mais necessita de recuperação devido ao desgaste abrasivo provocado pelo atrito entre a chapa e o material em movimento.

### **2.3.1. Classificação do Desgaste Abrasivo**

O fenômeno do desgaste é de maneira geral, o deslocamento de material causado pela presença de partículas duras que estão entre ou embutidas em uma ou ambas as superfícies em movimento relativo, (Dias & Gomes, 2003). Nos metais, esse processo pode ocorrer pelo contato com outros metais, sólidos não metálicos, líquidos em movimento, ou ainda partículas sólidas ou partículas de líquido transportadas em um fluxo gasoso, (Ramalho, 1997). Pode ser definido como: “dano a uma superfície sólida envolvendo uma perda progressiva de material devido à movimentação relativa entre a superfície e um ou vários tipos de materiais”. Segundo Brandi, desta definição podemos tirar três ideias importantes:

- Dano a uma superfície – o desgaste é um fenômeno tipicamente superficial.
- Movimentação relativa – é importante para ajudar e identificar os tipos de desgaste e os fatores que podem acelerá-lo.
- Tipo de material – ajuda na identificação do tipo de desgaste e na maior ou menor severidade de um tipo de desgaste para materiais diferentes. O desgaste pode ocorrer na forma de perda de material ou dano superficial. O grande número de termos usados para descrever os tipos de desgaste dificultam a discussão de seus problemas. Diversos autores propuseram diferentes tipos de desgaste em função dos mecanismos de desgaste encontrados, dentre eles, cita-se os desgastes por: abrasão, adesão, corrosão, fadiga superficial, impacto, erosão, cavitação e atrito. Já a norma DIN 50320 classifica os mecanismos de desgaste em quatro principais que são: adesão, reação triboquímica, fadiga superficial e abrasão.
- Desgaste por adesão ou fricção: é um dos tipos de desgaste encontrados em situações de engenharia que mais prevalece, sendo o mecanismo identificado em mais de 15% dos desgastes industriais. Esse desgaste é geralmente identificado pelo cisalhamento superficial ou destacamento de material com o resultado do movimento relativo

entre as duas superfícies, as quais se desgastam pela ação dos fragmentos soltos, (Ramalho, 1997).

- Desgaste por reação triboquímica: é a remoção de material ou degradação de propriedades mecânicas de um metal, devida à ação química ou eletroquímica de meios agressivos, ou devido à remoção de material por meios mecânicos, facilitada pela reação química. Pode ser dividida em: corrosão em meio aquoso, oxidação, corrosão em meios orgânicos e corrosão em metais líquidos.
- Desgaste por fadiga superficial: ocorre em componentes submetidos a carregamentos cíclicos, onde normalmente não há grandes perdas de material da superfície. Está proximamente relacionado ao fenômeno geral da fadiga e similarmente sujeito a um período de incubação antes do aparecimento dos danos. O desgaste ocorre principalmente pela remoção do material da superfície por ação mecânica. Entretanto, em muitos casos, a ação química sobre a superfície pode afetar o processo do desgaste mecânico. Quando em temperatura ambiente, denomina-se fadiga de contato e, acima de 100 graus Celsius, fadiga térmica.

Desgaste por abrasão: é o fenômeno que ocorre quando partículas duras deslizam ou são forçadas contra uma superfície metálica em relação à qual estão em movimento, provocando por deslocamento ou amassamento a remoção do material, (Ramalho,1997).

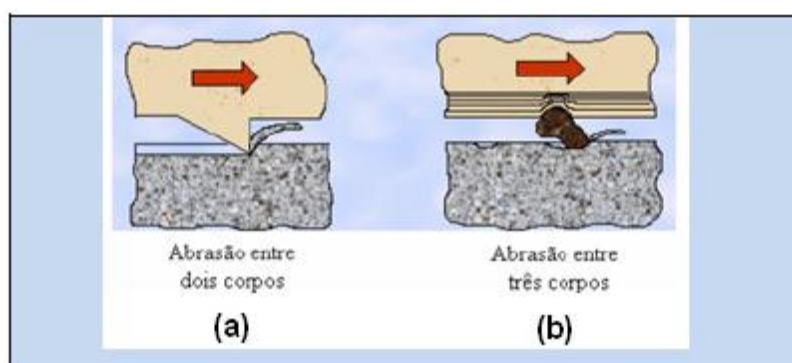


Figura 10 - Demonstração esquemática do desgaste abrasivo  
Fonte: BRANKOVIC (1998) apud KÖNIG (2007).

De todos os diferentes tipos de desgaste, o desgaste abrasivo é o que ocorre em mais de 50% dos casos, sendo considerado como o mais severo e o mais comumente encontrado na indústria, (Kassim, 2000). Em relação ao tipo de abrasão, há vários mecanismos de desgaste por abrasão descritos na literatura, entre eles, abrasão por goivagem, abrasão a alta tensão (moagem) e abrasão a baixa tensão (riscamento), sendo este último, objeto desse estudo.

- **Abrasão por Goivagem:** É o desgaste que ocorre quando partículas abrasivas grosseiras e de grandes dimensões, principalmente dotadas de regiões pontiagudas cortantes com dureza maior do que a parte metálica que está sendo desgastada, são impactadas com pressões mais ou menos violentas e repetitivas contra o componente, causando o corte da superfície desgastada pelo abrasivo, produzindo grandes sulcos e ranhuras visíveis a olho nu. Este tipo de abrasão é verificado em dentes de caçambas que trabalham em lugares onde há areia, rocha ou argila ou em esteiras transportadoras de minério bruto quando há transferência do material por queda. Pode-se verificar um exemplo desse tipo de abrasão na Figura 11.

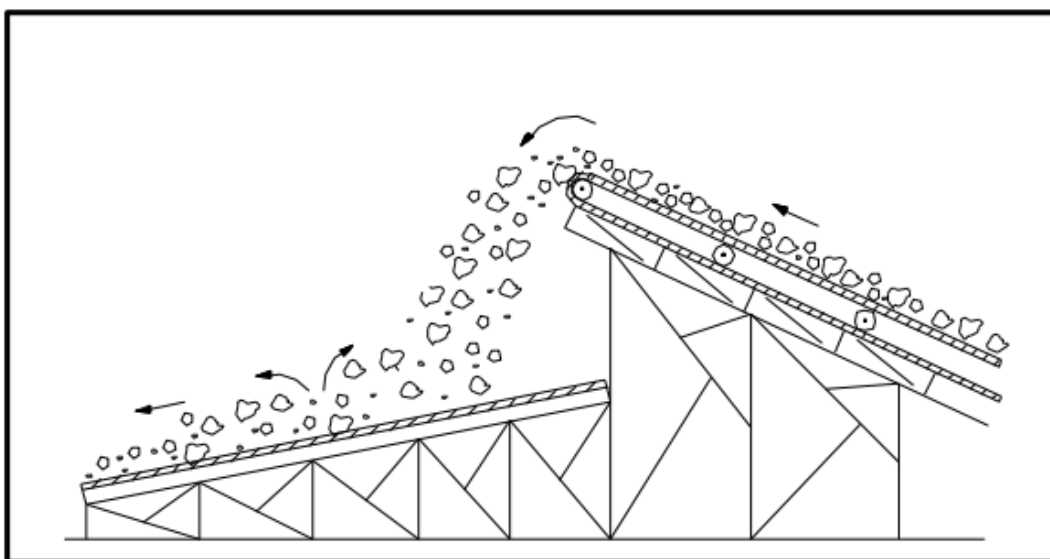


Figura 11 – Abrasão por Goivagem  
Fonte: RIBEIRO (2004)

**Abrasão à Alta Tensão:** É o desgaste que ocorre entre partículas abrasivas e metal, ocasionando o esmagamento do abrasivo ou não. A prensagem da partícula contra o metal pode ser exercida por pressões fortes ou médias, provocando o surgimento de pequenos fragmentos. As partículas abrasivas podem ser de dimensões médias ou pequenas.

A moagem provocada por partículas médias exerce a sua ação abrasiva superficial, arrancando fragmentos do metal, enquanto partículas pequenas provocará o desgaste superficial pelo deslocamento de pequenos fragmentos do metal. Este tipo de desgaste pode ser verificado nos seguintes equipamentos: caçamba de escavação ou carga, lâminas niveladoras, arados, raspadores, cilindros de laminadores e rolos puxadores de linhas de laminação, etc.

No caso de abrasão a alta tensão, a literatura diz que o fator determinante para se obter resistência a esse tipo de abrasão consiste em se obter uma microestrutura com presença de carbonetos (partículas duras) em uma matriz dúctil. Neste caso, a partícula dura resistirá à ação de abrasão a alta pressão, protegendo a ação de desgaste da matriz dúctil e mole. São ainda fatores determinantes o tipo, o formato e a distribuição dos carbonetos no metal de solda, (Rebello et al., 1987). Ilustrado na Figura 12.

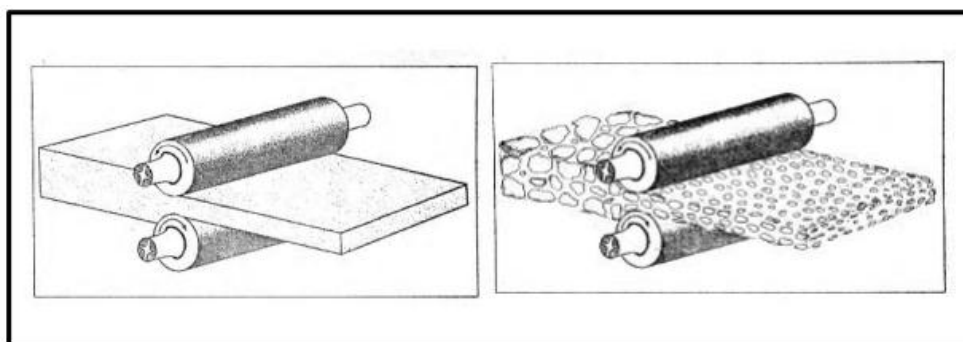


Figura 12 – Ilustração de abrasão à alta tensão  
Fonte: RIBEIRO (2004)

**Abrasão à Baixa Tensão:** resulta do deslizamento de partículas livres sobre a superfície do componente. As tensões envolvidas são geralmente baixas, não excedendo a resistência de tritamento do abrasivo. O material é removido da superfície a baixos ângulos de ataque por micro-usinagem. Desta forma, os abrasivos com arestas vivas produzem desgastes mais severos e a dureza da superfície minimiza a penetração e reduz a velocidade do desgaste. Tipicamente, a abrasão a baixa tensão ocorre na superfície dos componentes de equipamentos que, direta ou indiretamente, manuseiam terras, areias, minérios ou carvão, tais como, máquinas agrícolas, equipamento de escavação, transporte, manuseio de minérios, além dos equipamentos das Usinas Sucoalcooleiras como, facas e martelos desfibradores, exaustores, roletes, bagaceiras entre outros.

Quanto à abrasão à baixa tensão, alguns trabalhos dizem que geralmente há um acréscimo na resistência à abrasão com o aumento da dureza do revestimento. Já outros dizem que a resistência à abrasão à baixa tensão aumenta à medida que se obtém carbonetos mais grosseiros precipitados na matriz.

As explicações acima mostram que o papel da microestrutura é muito importante no comportamento do material submetido à abrasão – seja por goivagem, à alta tensão ou à baixa tensão – e principalmente quanto aos produtos da decomposição da austenita enriquecida em carbono, ou seja, os carbonetos e partículas de segunda fase, e da forma como estes se apresentam na microestrutura.

Portanto, nota-se que à medida que se aumenta a quantidade das partículas duras, bem como o seu tamanho, há um melhor comportamento da resistência ao desgaste por abrasão à baixa tensão. Estes resultados sugerem que o mecanismo responsável pela resistência à abrasão é devido à presença de grandes carbonetos na estrutura. Em relação à dureza, deve-se evitar relacionar esta propriedade diretamente com a resistência à abrasão, pois se sabe que os ensaios de dureza convencionais são ensaios quasiestáticos e não se relacionam muito bem à dureza sob condições onde a superfície metálica é atingida por partículas abrasivas em velocidades relativamente elevadas, (Rebello et al., 1987).

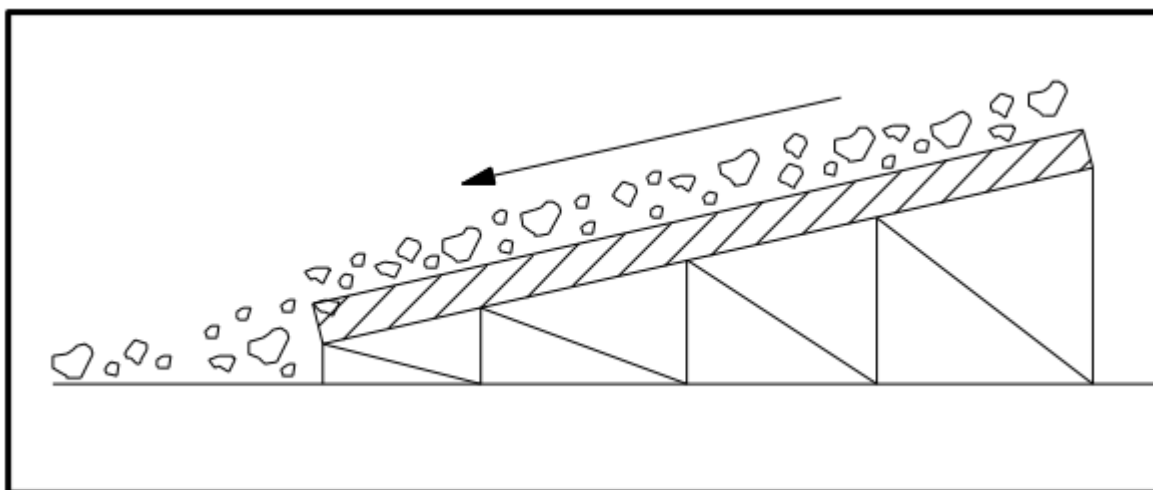


Figura 13 – Ilustração de abrasão a baixa tensão  
Fonte: RIBEIRO (2004)

### **Desgaste por impacto**

É um desgaste provocado por choques ou cargas aplicadas verticalmente sobre superfícies metálicas. Estas cargas podem ser resultantes de martelamento,

pancadas, apiloamentos ou outros quaisquer meios de concentração de esforços. Estas cargas aplicadas em velocidade e em áreas localizadas podem provocar o desgaste de um metal por trituração, pulverização, quebra fragmentação, lascamento ou escamação (SPECTRU).

Fatores que aceleram desgaste por impacto:

- a) Frequência do impacto;
- b) Velocidade do impacto;
- c) Dureza do metal

Quanto maior a frequência e a velocidade do impacto, maior será o desgaste, principalmente quando a partícula tiver maior dureza e for angular.

Com relação à dureza do metal, podemos afirmar que há duas formas de resistência ao desgaste.

a) Empregando materiais que possuam a ductilidade suficiente para absorver o impacto, ao invés de opô-lo. Materiais com estas características, ao receberem uma pancada ou uma carga concentrada, deformam-se por expansão, aumentando a área de contato. Desta forma, a carga unitária é diminuída, fazendo com que a resistência à ruptura, sob compressão, não seja ultrapassada. Este processo é o mais eficaz e hoje largamente usado.

b) Empregando materiais mais duros e resistentes do que os que produzem choques. Desta forma, o desgaste se transfere para o outro material, permanecendo inalterado o material duro. Um exemplo típico do que foi mencionado é o aço manganês austenítico, que é dúctil e absorve impacto, encruando pelo trabalho a frio, aumentando sua dureza e permanecendo tenaz ainda assim (SPECTRU).

## **2.4. Materiais de Estudos**

### **2.4.1. ASTM A36**

ASTM A36: produtos destinados às mais diversas aplicações, destacando o uso em: construção civil, construção naval, caldeiraria em geral, tubos de grande diâmetro, equipamentos rodoviários, implementos/máquinas agrícolas, pontes e viadutos e estruturas metálicas em geral.

Chapas grossas ASTM A36 de aço carbono são produtos laminados nas espessuras de 6,00 até 150,00 mm, com larguras que podem variar de 900 até 3900 mm e comprimentos de 2400 até 18000 mm. Essas dimensões podem ser



restringidas ou ampliadas em razão das características técnicas ou especificação de norma.

Quadro 1 - Especificação e composição do material ASTM A36

Especificação	Grau	Faixa de Espessura (mm)	Composição Química (% em massa)					
			C	Si	Mn	P	S	Outros
ASTM - A36 (2008)	-	6,00 E 38,10	0,25 máx.	0,40 máx.	-	0,040 máx.	0,050 máx.	(1)
		38,11 E 63,50	0,26 máx.	0,15 ~ 0,40	0,80			
	-	63,51 E 101,60	0,27 máx.		~ 1,20			
		101,61 E 150,00	0,29 máx.	0,85 ~ 1,20				

Fonte: <http://www.benafer.com.br/index.php/produto/chapa-grossa-astm-a-36/>

#### 2.4.2. AISI 304

AISI 304: aço cromo-níquel, inoxidável austenítico, não-temperável, não-magnético, tipo 18-8. Possui resistência à oxidação até a temperatura de 850°C, porém a resistência à corrosão intercrystalina é garantida até a temperatura de 300°C. Para evitar-se uma diminuição da resistência à corrosão, deve-se eliminar a carepa formada pelos processos de solda ou conformação a quente. Apresenta boa conformabilidade a frio, embora exija maiores esforços de conformação do que os aços não ligados. No estado solubilizado pode apresentar leve magnetismo que se eleva em função do grau de deformação a frio. Este aço é amplamente utilizado na fabricação de válvulas, tubos, recipientes, equipamentos hospitalares e farmacêuticos, peças para a indústria química, petrolífera, têxtil, de laticínios, frigorífica, de tintas, etc. É indicado para a fabricação de peças que devem resistir ao ataque de um grande número de substâncias corrosivas, tais como o ácido nítrico, soluções alcalinas, soluções salinas, etc.

Tabela 1 – Composição Química do material AISI 304

ABNT/ SAE/ AISI	C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Si máx.	Ni	Cr	N máx.
304	0,08	2,00	0,045	0,030	0,75	8,00 - 10,50	18,00 - 20,00	0,1
304 L	0,03	2,00	0,045	0,030	0,75	8,00 - 10,50	18,00 - 20,22	0,1

Fonte: <http://www.favorit.com.br/produtos/acos-inoxidaveis/aco-aisi-304-aisi-304-l>

### 2.4.3. AISI 439

AISI 439: o aço inoxidável ferrítico AISI 439 é um material com resistência à corrosão superior à do ferrítico AISI 430. Como outros aços inoxidáveis ferríticos estabilizados, tem excelente soldabilidade e estampabilidade. A estabilização permite que o aço AISI 439 possa ser soldado sem que ocorra a fragilização. O teor de cromo é maior que no AISI 430. Este detalhe e a presença de Titânio melhoram a resistência à corrosão por pite. Como em todos os aços inoxidáveis ferríticos, a ausência de níquel permite que o material tenha um preço muito competitivo e um excelente custo-benefício.

Tabela 2 - Composição química do material AISI 439

C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Outros
≤ 0,030	≤ 1,00	≤ 0,040	≤ 0,030	≤ 1,00	17,0 - 19,0	≤ 0,50	N ≤ 0,030 (0,2 + (C+N) ≤ Ti + Nb ≤ 0,75)

Fonte:file:///C:/Users/cs036401/Downloads/A%C3%A7o%20Inoxid%C3%A1vel%20Ferr%C3%ADtico%20ACE%20P439A.pdf

### 2.4.4. HARDOX 450

HARDOX 450: São aços estruturais de alta resistência a desgaste e possuem composição química com elementos de liga e propriedades mecânicas, os quais são temperados. Estes aços têm como principal característica a dureza elevada (Brinell 360 – 600HB). São muito utilizados em aplicações em que se exigem elevados níveis de propriedades mecânicas e resistência ao desgaste, mantendo boa tenacidade e soldabilidade. As aplicações usuais destes aços são a indústria de mineração (revestimentos de calhas, transportadores, britadores...), os caminhões fora de estrada, os implementos rodoviários, implementos agrícolas, a construção civil e mecânica, a montagem de altos fornos e ventiladores industriais.

Tabela 3 – Composição química do material HARDOX 450

Normas	Dureza (HRB)	Carbono (C)	Fósforo (P)	Enxofre (S)	Níquel (Ni)	Cromo (Cr)	Molibdênio (Mo)	Tratamento Térmico
DOX 450	410 - 490	0,25 máx.	1,50 máx.	0,025 máx.	1,0 máx.	0,70 máx.	0,20 máx.	Alívio tensão + têmpera

Fonte: [http://www.doxbrasil.com.br/produtos/acos/planos/chapas\\_ar\\_desgaste.asp](http://www.doxbrasil.com.br/produtos/acos/planos/chapas_ar_desgaste.asp)

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo descreve os diversos materiais, equipamentos e metodologias utilizadas ao longo da realização desta dissertação.

#### 3.1. Materiais

Serão utilizados nesta pesquisa cinco materiais metálicos diferentes denominados ASTM A36, AISI 304, AISI 439, AISI 410D e HARDOX 450, sendo que o material ASTM A-36 foi definido como referência, pois atualmente é o material que compõe 100% do fechamento da lateral do equipamento.

Esses materiais foram analisados quanto à dureza, micrografia, macrografia e composição química. Os resultados dessa análise encontram-se no Apêndice A das páginas 51 a 90.

Cada um dos materiais citados foram instalados no equipamento denominado transportador de cana picada, instalado no setor de recepção de cana, conforme Figura 14. O equipamento possui capacidade instalada de transporte de 600 toneladas de cana por hora, podendo chegar a 1.000 toneladas de cana por hora.



Figura 14 - Transportador TT-01 - Linha de recepção de cana picada  
Fonte: Raízen – Un. Paraguaçu

A Figura 15 apresenta o projeto do conjunto geral do transportador de cana denominado TT01.

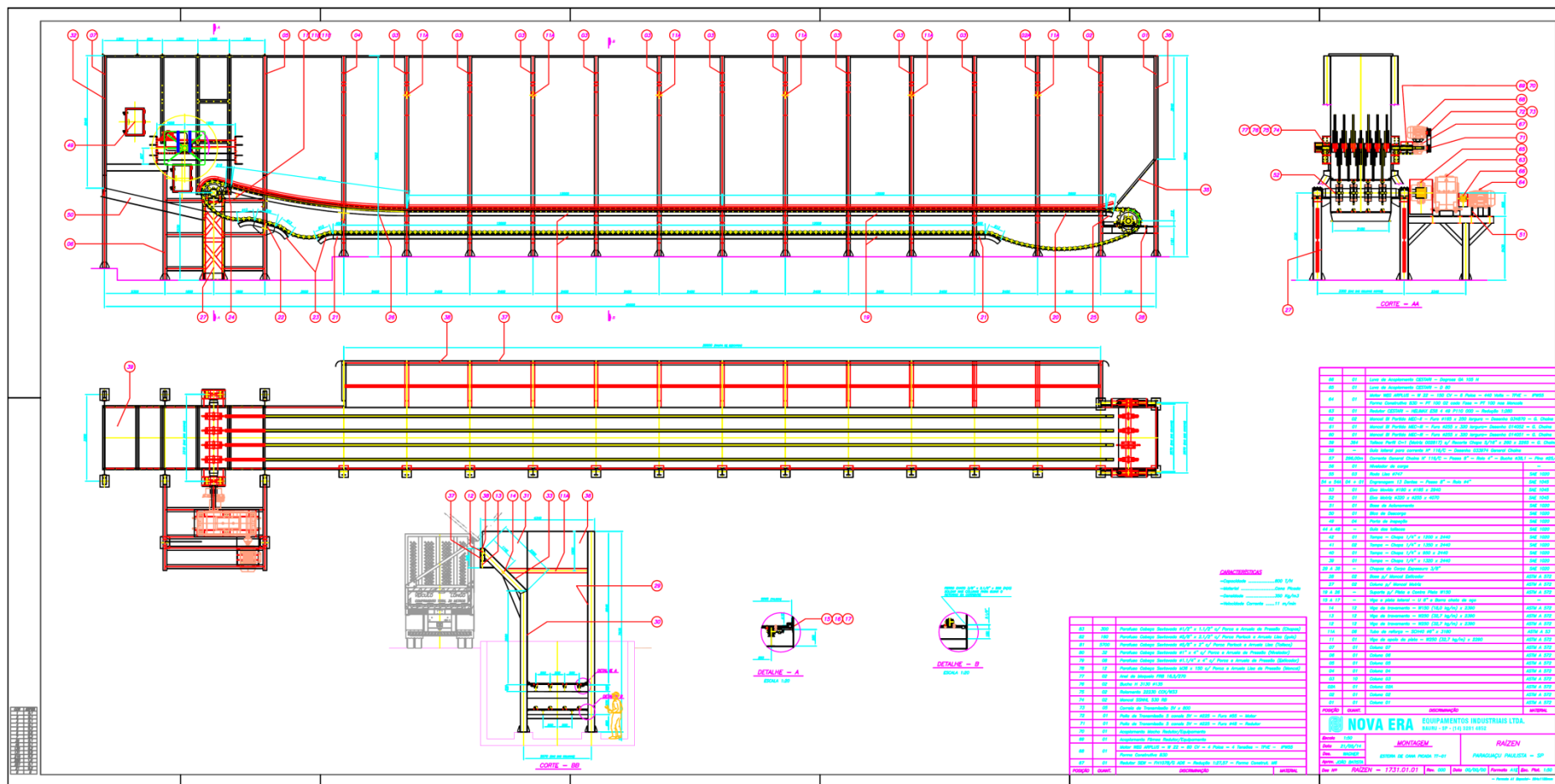


Figura 15 - Conjunto geral do transportador TT-01  
 Fonte: Nora Era Equipamentos (Fabricante do equipamento).

### 3.2. Métodos

Os corpos de provas foram instalados em três regiões distintas do transportador. Estes pontos foram definidos com base em inspeção de verificação das espessuras das chapas existentes instaladas no equipamento. Essas inspeções são realizadas periodicamente por meio de um checklist, o qual tem como intuito realizar a manutenção preditiva e preventiva dos equipamentos, evitando paradas emergenciais.

Logo, por meio dos resultados do checklist definiu-se que seriam os pontos de maior desgaste para instalação desses dispositivos de teste, por serem estes os pontos críticos para avaliação de substituição da lateral da esteira. Estes, por sua vez, foram instalados durante o período de entressafra de 2015/2016 da unidade produtora. A figura 16 apresenta o processo de montagem.



Figura 16 - Ilustração da montagem dos dispositivos  
Fonte: Próprio autor

Os dispositivos foram construídos possibilitando a instalação dos cinco corpos de provas alinhados, sendo compostos com uma amostra de cada material, podendo ser submetidos às mesmas condições de operação. A figura 17 ilustra o projeto de um dos dispositivos instalados.

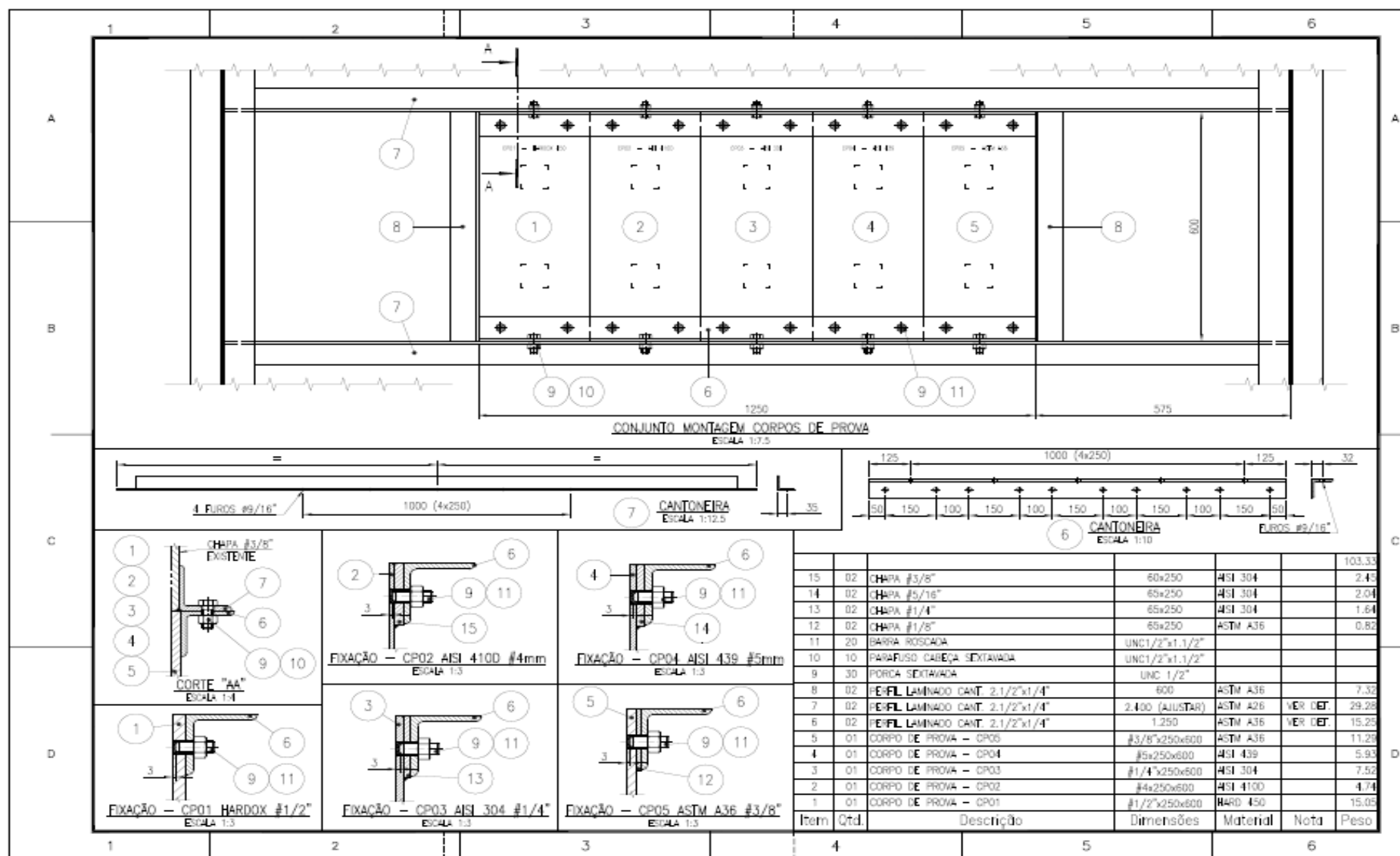


Figura 17 - Corpo de prova - Conjunto de montagem  
Fonte: Próprio Autor



Os dispositivos com os corpos de provas foram montados na estrutura de fechamento lateral e frontal do transportador, sendo que o primeiro dispositivo foi construído na lateral inferior do transportador no trecho de transição de plano para inclinado da pista de rolamento da esteira, o segundo foi instalado na lateral, próximo ao nivelador de carga, e o terceiro instalado na parte frontal do transportador. Os dispositivos foram instalados com as mesmas dimensões de 250 mm por 500 mm, contudo, possuem espessuras distintas. O HARDOX 450 foi instalado com 12,10 mm de espessura, o AISI 410D com 12,10 mm, o AISI 304 com 6,35 mm, o AISI 439 com 5,00 mm e o ASTM A36 com 9,75 mm de espessura. As figuras 18, 19 e 20 ilustram os dispositivos montados no transportador.



Figura 18 - Dispositivo instalado na lateral inferior do transportador  
Fonte: Próprio Autor





Figura 19 - Dispositivo instalado na lateral próximo ao nivelador  
Fonte: Próprio Autor



Figura 20- Dispositivo instalado na parte frontal do transportador  
Fonte: Próprio Autor

Para realização das medições das espessuras das chapas foi utilizado um aparelho de ultrassom da marca Tecnomedicação®, modelo SME P Top. O ultrassom utilizado é um medidor com uma precisão de  $\pm 0,02$  milímetros. A principal vantagem é sua capacidade de medir espessuras, tendo acesso a apenas uma face das chapas metálicas. Assim, é possível realizar as medições sem a necessidade de parada do equipamento, pois a coleta desses dados é realizada na parte externa da esteira transportadora de cana.

Antes da realização de cada medida, o aparelho ultrassônico foi calibrado segundo especificações do fabricante, utilizando um bloco de referência.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante plano de coleta de dados de espessuras das chapas com periodicidade mensal, durante os meses de Abril de 2016 a Novembro de 2016, foi possível obter os dados apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6, referentes às espessuras dos corpos de prova colocados na lateral direita do transportador, lateral esquerda do transportador e na parte frontal ao espalhador.

Posição 1 - Lateral esquerda (sentido fluxo do transportador)

Após o período de amostragem, num intervalo de oito meses, pode-se gerar a Tabela 4, que mostra o desgaste das chapas instaladas na lateral esquerda da esteira transportadora de cana.

Tabela 4 - Desgaste das chapas localizadas na lateral esquerda da calha transportadora.

Posição	Material	Esp. Inicial [mm]	Abr 2016	Mai 2016	Jun 2016	Jul 2016	Ago 2016	Set 2016	Out 2016	Nov 2016	Desgaste Total [mm]	Desgaste Médio [mm]	
LATERAL ESQUERDA (SENTIDO FLUXO DO TRANSPORTADOR)	Hardox 450 - 12,10 mm	A	12,10	12,06	11,98	11,90	11,79	11,67	11,55	11,48	11,30	0,80	0,84
		B	12,10	12,02	11,94	11,88	11,76	11,60	11,34	11,27	11,22	0,88	
	AISI 410D - 12,10 mm	A	12,10	12,01	11,94	11,86	11,70	11,52	11,43	11,33	11,20	0,90	0,95
		B	12,10	12,02	11,98	11,88	11,75	11,57	11,46	11,35	11,10	1,00	
	AISI 304 - 6,35 mm	A	6,35	6,19	6,05	5,84	5,62	5,45	5,31	5,28	5,20	1,15	1,11
		B	6,35	6,21	6,04	5,87	5,60	5,49	5,36	5,34	5,30	1,05	
	AISI 439 - 5,00 mm	A	5,00	4,60	4,40	4,21	3,98	3,78	3,78	3,70	3,59	1,41	1,39
		B	5,00	4,87	4,70	4,46	4,21	3,99	3,84	3,75	3,63	1,37	
	ASTM A36 - 9,75 mm	A	9,75	9,68	9,59	9,44	9,24	9,07	8,86	8,72	8,57	1,18	1,10
		B	9,75	9,70	9,54	9,37	9,28	9,12	8,88	8,77	8,73	1,02	

Para esta posição de instalação de chapas, foi constatado que o material HARDOX 450 teve o menor desgaste médio, sendo este de 0,84 mm, até o final do mês de Novembro. Este material possui dureza de 45 HRC, segundo as análises do Apêndice A. O material que compõe as chapas de HARDOX 450 possui a maior dureza quando comparado aos outros materiais em estudo, fato este que se

comprova observando a escala de dureza Rockwell empregada para este material, que se classifica na escala C, enquanto os outros materiais encontram-se na escala B.

O material que teve o maior desgaste médio nesta posição de instalação de chapas do estudo foi o AISI 439, tendo um desgaste médio ao final do estudo de 1,39 mm em relação a sua espessura inicial. Este material apresenta menor dureza em relação aos outros materiais analisados, sendo a dureza desta liga igual a 80 HRB, conforme laudo em anexo.

Sendo assim, a ordem de desgaste do maior para o menor neste ponto de análise foi: AISI 439, AISI 304, ASTM A36, AISI 410D e HARDOX 450. É possível observar que essa relação de desgaste está diretamente relacionada com a dureza do material, segundo os anexos do Apêndice A. De acordo com a dureza dos materiais, tem-se a seguinte relação: AISI 439 (80 HRB), ASTM A36 (82 HRB), AISI 304 (85 HRB), AISI 410 D (87 HRB) e HARDOX 450.

#### Posição 2 - Lateral direita – nivelador (sentido fluxo do transportador)

Após o período de coleta de oito meses, pode-se elaborar a Tabela 5, que apresenta o desgaste das chapas instaladas na lateral direita da esteira transportadora de cana, no sentido fluxo do transportador.

Tabela 5 - Desgaste das chapas localizadas na lateral direita da calha transportadora.

Posição	Material	Esp. Inicial [mm]	Abr 2016	Mai 2016	Jun 2016	Jul 2016	Ago 2016	Set 2016	Out 2016	Nov 2016	Desgaste Total [mm]	Desgaste Médio [mm]	
LATERAL DIREITA (SENTIDO FLUXO DO TRANSPORTADOR)	Hardox 450 - 12,10 mm	A	12,10	12,05	11,97	11,93	11,81	11,69	11,55	11,49	11,21	0,89	0,88
		B	12,10	12,02	11,91	11,71	11,59	11,38	11,30	11,28	11,23	0,87	
	AISI 410D - 12,10 mm	A	12,10	12,01	11,93	11,89	11,80	11,71	11,59	11,37	11,14	0,96	0,98
		B	12,10	12,02	11,90	11,66	11,58	11,47	11,32	11,19	11,08	1,02	
	AISI 304 - 6,35 mm	A	6,35	6,27	6,21	6,14	6,05	5,98	5,78	5,54	5,32	5,13	1,09
		B	6,35	6,25	6,18	5,93	5,92	5,50	5,44	5,30	5,10	4,99	
	AISI 439 - 5,00 mm	A	5,00	4,92	4,86	4,80	4,69	4,60	4,44	4,06	3,54	1,46	1,47
		B	5,00	4,87	4,73	4,62	4,51	4,37	4,07	3,78	3,52	1,48	
	ASTM A36 - 9,75 mm	A	9,75	9,68	9,53	9,40	9,35	9,18	8,94	8,81	8,70	1,05	1,16
		B	9,75	9,59	9,41	9,32	9,12	8,96	8,72	8,60	8,48	1,27	

Para estes corpos de prova instalados na lateral direita do nivelador pode-se observar que o material que apresentou o maior desgaste médio foi o AISI 439, pois nesta região de estudo ocorre um fenômeno de desgaste abrasivo diferente do estudado na posição 1, pois existe o estilhaço de parte da cana somado ao impacto com o rotor do espalhador.

Devido a este fato, ocorre liberação de caldo proveniente da cana. Este caldo eleva os níveis de umidade e ataques químicos, tornando este meio mais propenso a corrosão.

Os aços inoxidáveis (AISI 439 e AISI 304) apresentam ligas com baixas taxas de corrosão, podendo ser utilizados em ambientes onde o material estará exposto a esta degradação, porém, a liga metálica AISI 439 apresenta uma maior resistência à corrosão por pite quando comparado à liga AISI 304.

O aço microligado HARDOX 450 é um aço utilizado quando é necessária a resistência ao desgaste. Este aço apresenta os mesmos microligantes presentes nos aços inoxidáveis, que diminuem a taxa de corrosão, tais como cromo (Cr), níquel (Ni) e molibdênio (Mo). Porém, nos aços microligados, estes microligantes estão em quantidades consideravelmente menores (PANNONI, 2015).

Posição 3 - Frontal - nivelador (lançamento de cana pelo nivelador)

Após o período de coleta de oito meses, pode-se elaborar a tabela 6, que mostra o desgaste das chapas instaladas na lateral direita da esteira transportadora de cana, no sentido fluxo do transportador.

Tabela 6 - Desgaste das chapas localizadas na parte frontal do espalhador de cana.

Posição	Material	Esp. Inicial [mm]	Abr 2016	Mai 2016	Jun 2016	Jul 2016	Ago 2016	Set 2016	Out 2016	Nov 2016	Desgaste Total [mm]	Desgaste Médio [mm]	
FRONTAL - ESPALHADOR (LANÇAMENTO DE CANA PELO ESPALHADOR)	Hardox 450 - 12,10 mm	A	12,10	12,01	11,94	11,85	11,71	11,52	11,35	11,24	11,21	0,89	0,86
		B	12,10	12,04	11,93	11,83	11,74	11,63	11,50	11,39	11,25	0,85	
		C	12,10	11,99	11,93	11,82	11,70	11,60	11,41	11,32	11,26	0,84	
	AISI 410D - 12,10 mm	A	12,10	12,00	11,86	11,81	11,68	11,51	11,29	11,15	11,12	0,98	1,01
		B	12,10	12,01	11,90	11,80	11,66	11,48	11,35	11,17	11,05	1,05	
		C	12,10	11,99	11,95	11,89	11,70	11,42	11,24	11,28	11,10	1,00	
	AISI 304 - 6,35 mm	A	6,35	6,20	6,00	5,74	5,50	5,40	5,31	5,22	5,19	1,16	1,13
		B	6,35	6,17	6,02	5,86	5,62	5,51	5,45	5,32	5,20	1,15	
		C	6,35	6,21	6,05	5,93	5,55	5,46	5,38	5,30	5,26	1,09	
	AISI 439 - 5,00 mm	A	5,00	4,92	4,82	4,72	4,58	4,35	4,08	3,82	3,50	1,50	1,43
		B	5,00	4,91	4,85	4,76	4,69	4,27	3,98	3,80	3,65	1,35	
		C	5,00	4,87	4,83	4,71	4,59	4,29	3,92	3,72	3,56	1,44	
	ASTM A36 - 9,75 mm	A	9,75	9,61	9,50	9,42	9,16	8,98	8,81	8,69	8,57	1,18	1,13
		B	9,75	9,63	9,51	9,39	9,10	8,90	8,82	8,70	8,68	1,07	
		C	9,75	9,67	9,57	9,48	9,17	9,01	8,87	8,75	8,62	1,13	

Constatou-se por meio da análise dos desgastes mensais da terceira posição que o corpo de prova do material HARDOX 450 apresentou menor desgaste médio, com 0,86 mm. Enquanto, o corpo de prova do AISI 439 apresentou o maior desgaste médio, com 1,43 mm.

Portanto, de acordo com os dados das tabelas 4, 5 e 6, foi possível concluir que os materiais apresentaram os seguintes desgastes médios nas três posições: A36 com 1,13 mm, Inox 410D com 0,98 mm, HARDOX 450 com 0,86 mm, Inox 439 com 1,43 mm e Inox 304 com 1,11 mm. Logo, o HARDOX 450 apresentou menor desgaste médio no período de estudo, sendo seguido dos materiais, Inox 410D, Inox 304, A 36 e Inox 439.

Com a coleta e análise dos dados apresentados e com informações sobre a quantidade de cana processada, presente nas Figuras 21 e 22, é possível

correlacionar o desgaste das diferentes chapas com a quantidade de material processado. Quanto maior a quantidade de cana processada, maior o desgaste.

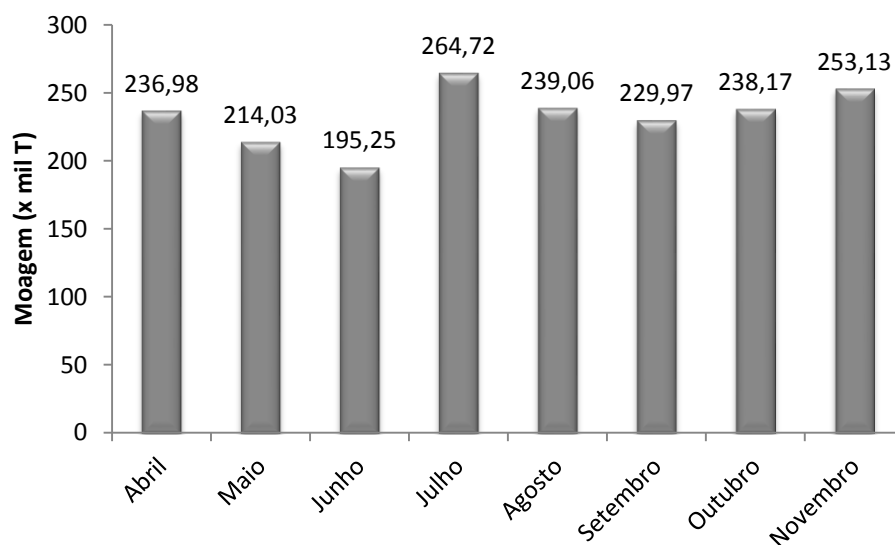


Figura 21 - Moagem de cana durante o período de Abril a Novembro de 2016.  
Fonte: Próprio Autor

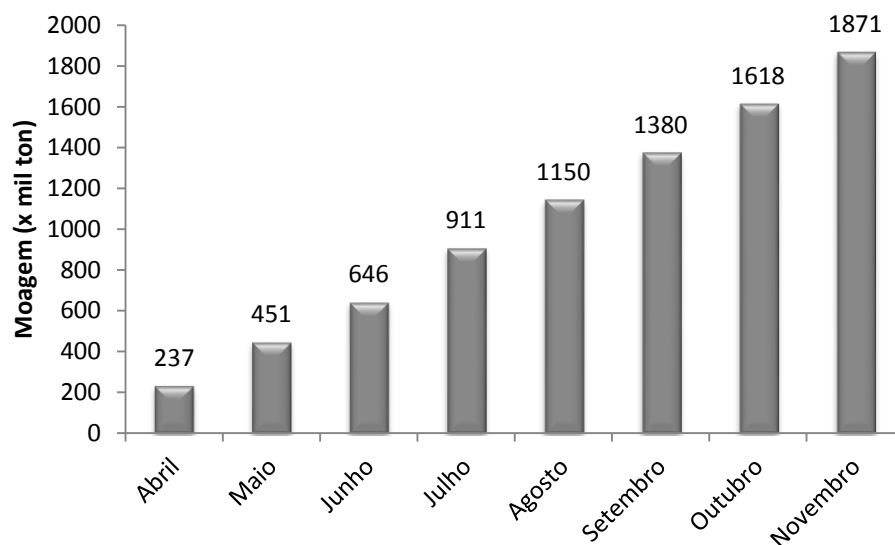


Figura 22 - Moagem acumulada na Safra 16'17  
Fonte: Próprio Autor

Ao chegar à usina, a matéria-prima pode apresentar dois tipos de impurezas: vegetais e minerais.

A cana colhida mecanicamente demonstra incorporação de impurezas de origem vegetal, como restos de folhas palhicho e pontas.

A impureza mineral é considerada mais danosa ao processo industrial. A quantificação das impurezas minerais está relacionada às: condições e estrutura

física do terreno, pragas, condições climáticas, sistema de corte e carregamento (BENEDITI; BROD; PERTICARRARI, 2012).

Uma unidade média, que mói 2 milhões de toneladas por safra, como o caso da unidade em estudo, constata impurezas minerais da ordem de 8 a 9 kg/ton de cana. Ao final da temporada, terá acumulado o equivalente a 16 a 18 mil toneladas de terra.

A impureza mineral é a principal responsável pelo desgaste por abrasão dos equipamentos utilizados na alimentação, preparo e moagem da cana e no tratamento do caldo, sendo que a intensidade destes desgastes tem relação direta com a degradação das máquinas durante a safra e a perda de seu desempenho. Estima-se que as impurezas minerais geram um acréscimo de custos de manutenção da ordem de R\$ 0,50 a R\$ 0,70 por tonelada de cana moída. (AMÉRICO, et.al., 2010)

Nas figuras 23 e 24, podemos observar a porcentagem de impurezas apresentadas no ano de 2016. A Figura 23 apresenta as impurezas minerais por tonelada de cana processada, dado este obtido no laboratório industrial da unidade de estudo e a Figura 24 apresenta a porcentagem de impureza total (terra, pontas de cana e palhiço).

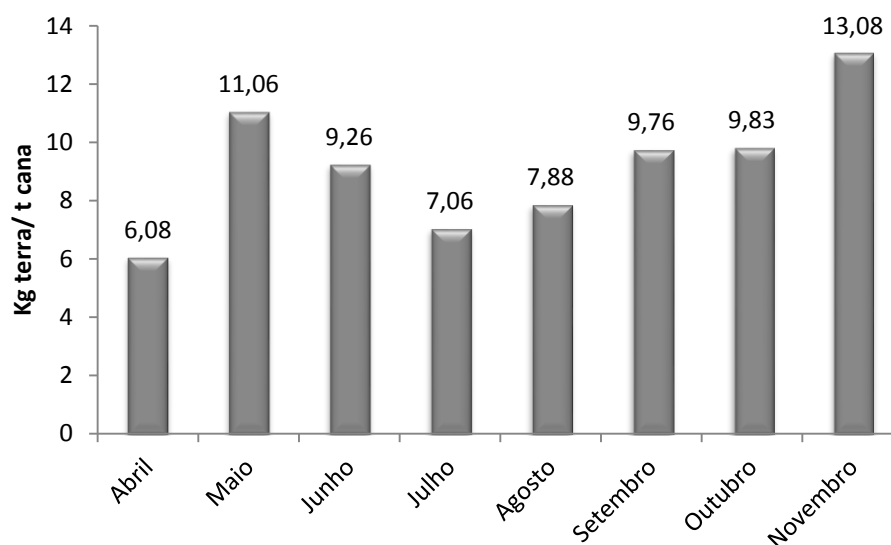


Figura 23 - Impurezas minerais por tonelada de cana.  
Fonte: Próprio Autor



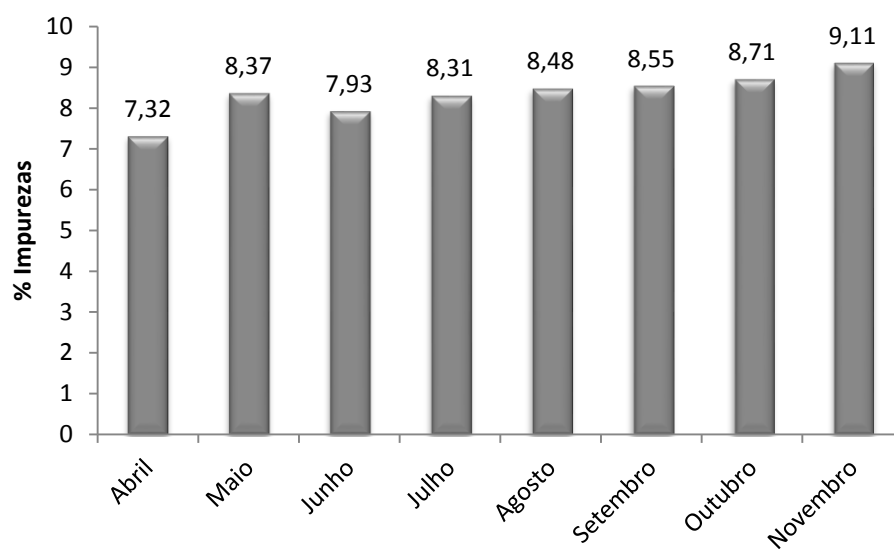


Figura 24 - Porcentagem de impureza total.  
Fonte: Próprio Autor

## 5. ANÁLISE ECONÔMICA

A análise econômica desse trabalho tem por finalidade apresentar uma avaliação dos custos dos materiais de estudo a longo prazo, considerando a mão de obra, a área de instalação, os custos consumíveis, o preço e o desgaste, determinando o material mais rentável economicamente.

Para os cálculos de custo de cada material, considerou-se a área total das laterais da esteira metálica de cana picada, totalizando 500 m<sup>2</sup> (área correspondente a 55 chapas de 9 m<sup>2</sup>).

A mão de obra para a troca das chapas foi considerada em tempo de trabalho, sendo o tempo de trabalho com a chapa do material Aço A36 menor devido ao seu procedimento de soldagem divergente dos demais materiais.

Os custos consumíveis foram considerados no cálculo dos custos totais de uso do material, sendo o Aço A36 o de menor custo comparado aos demais corpos de prova compostos por ligas especiais.

A estimativa de manutenção também foi considerada para o cálculo do custo total e para posterior comparação entre os custos dos materiais. Essa estimativa foi realizada a partir do desgaste anual calculado dos dados atuais e da espessura mínima de troca da chapa (mínima espessura que garanta a sustentação da estrutura). Essa espessura mínima foi determinada segundo as propriedades químicas e físicas do corpo de prova em estudo e pela soldabilidade do material, ou seja, a espessura na qual é realizar soldagens sem que o material sofra deformações ou não seja possível suas aplicações

Tabela 7 - Dados que compõe o custo de instalação de cada chapa

Característica de Análise	Material				
	AÇO A36	INOX 410 D	HARDOX 450	INOX 439	INOX 304
Quantidade de Chapa	38.269 Kg (55 chapas)	47.493 Kg (55 chapas)	47.493 Kg (55 chapas)	19.625 Kg (55 chapas)	24.924 Kg (55 chapas)
Mão de Obra	2.400 horas	2.800 horas	2.800 horas	2.800 horas	2.800 horas
Custo Consumíveis	R\$ 11.980	R\$ 19.110	R\$ 19.110	R\$ 19.110	R\$ 19.110
Preço Chapa(R\$/Kg)	R\$ 3,03	R\$ 6,41	R\$ 4,72	R \$5,68	R\$ 9,25
Estimativa Manutenção	5 safras	11 safras	11 safras	2 safras	4 safras

Para o cálculo dos custos totais dos materiais e dos desgastes das chapas foram utilizadas as variáveis de tempo de safra, de tempo de operação da esteira metálica, de custo da mão de obra no mercado atual e da quantidade de cana processada. A Tabela 8 informa os valores dessas variáveis.

Tabela 8 - Variáveis do estudo

<b>Variáveis de Análise</b>	
Tempo de Safra	254 dias
Tempo de Operação	24h/dia
Valor Mão de Obra	R\$40,00/H.h
Cana Processada	1.871.302,42 ton.

A Tabela 9 informa as espessuras iniciais, finais e o desgaste de cada corpo de prova em estudo. Nota-se que o material HARDOX 450 apresentou menor desgaste ao final da safra, 0,86 mm.

Com o desgaste medido em cada chapa e a totalização da moagem ao final da safra, obteve-se o valor da tonelada de cana por milímetro de desgaste. Com esses dados é possível projetar a quantidade de cana que pode ser processada para cada milímetro de desgaste de chapa, melhorando a estimativa do tempo de campanha confiável desta esteira.

Tabela 9 - Resultado dos desgastes das chapas

<b>MATERIAL</b>	<b>ESP. INC. (mm)</b>	<b>ESP. FINAL (mm)</b>	<b>DESGASTE (mm) 11/2016</b>	<b>TON. CANA/MM</b>
A 36	9,75	8,62	1,13	1.546.531
INOX 410 D	12,10	11,12	0,98	1.786.330
HARDOX 450	12,10	11,24	0,86	2.035.585
INOX 439	5,00	3,57	1,43	1.224.198
INOX 304	6,35	3,69	1,11	1.577.120

Por meio dos dados do desgaste anual de cada corpo de prova, calculou-se o desgaste de cada material durante 11 safras. Esse número de safras foi estipulado a

partir do ano determinante para o material que apresenta maior espessura sem atingir a mínima em relação aos demais.

A tabela 10 mostra a evolução da projeção do desgaste de cada material.

Tabela 10 - Evolução da Projeção do Desgaste

Material	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	ANO 11
A 36 (mm)	9,75	8,62	7,49	6,36	5,23	4,10	<b>2,97</b>				
INOX 410 D (mm)	12,10	11,12	10,14	9,16	8,18	7,20	6,22	5,24	4,26	3,28	2,30
HARDOX 450 (mm)	12,10	11,24	10,38	9,52	8,66	7,80	6,94	6,08	5,22	4,36	3,50
INOX 439 (mm)	5,00	3,57	2,14	<b>0,71</b>							
INOX 304 (mm)	6,35	5,24	4,13	3,02	<b>1,91</b>						

As espessuras mínimas para cada material foi determinado conforme citado anteriormente. A Tabela 11 informa a espessura mínima de cada material.

Tabela 11 - Espessura mínima dos corpos de prova

MATERIAL	Espessura (mm)
A 36	4,00
INOX 410 D	2,00
HARDOX 450	2,00
INOX 439	2,00
INXO 304	2,00

Confrontando os dados das Tabelas 10 e 11, nota-se que o Aço A36 atinge sua espessura mínima no ano 6, uma vez que no ano 7 atinge uma espessura crítica, apresentando espessura de 2,97 mm. O Inox 410 D e o HARDOX 450 não atingem a espessura mínima durante o intervalo de estudo. O Inox 439 atinge sua espessura mínima após ano 3, ultrapassando o limite de espessura no ano 4, com 0,71 mm. O Inox 304 atinge sua espessura mínima após ano 4, pois ultrapassa o limite no ano 5, com 1,91 mm.

A partir dos dados obtidos nos cálculos e indicados anteriormente, elaborou-se as Tabelas 12, 13, 14, 15 e 16, nas quais se calcula o custo total da substituição e uso dos corpos de prova no decorrer de onze anos. O custo é calculado com base nos custos do material, custos consumíveis, mão de obra e custo total em manutenção.

O Aço A36 gera um custo total de R\$ 223.934,00 em sua instalação. De acordo com a Tabela 10 sabe-se que esse material deverá ser substituído no ano 6,

portanto, o custo total desse material em seis anos será dobrado, atingindo um valor de R\$ 447.868,00. No final do intervalo de estudo, no ano 11, a chapa necessitará de nova troca e passará a ter um custo de R\$ 671.802,00. Essa evolução dos custos pode ser analisada por meio da Tabela 12.

Tabela 12 - Custo de instalação do Aço Carbono A36 no decorrer dos anos

<b>AÇO CARBONO A36 - ESPESSURA 9,75 mm</b>											
<b>Itens de Avaliação de Custo</b>	<b>ANO 1</b>	<b>ANO 2</b>	<b>ANO 3</b>	<b>ANO 4</b>	<b>ANO 5</b>	<b>ANO 6</b>	<b>ANO 7</b>	<b>ANO 8</b>	<b>ANO 9</b>	<b>ANO 10</b>	<b>ANO 11</b>
Chapa A 36 (R\$ mil)	R\$ 116	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 116	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 116
Consumíveis (R\$ mil)	R\$ 12	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 12	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 12
Mão de Obra (R\$ mil)	R\$ 96	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 96	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 96
Total Manut. (R\$ mil)	R\$ 224	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 224	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 224
<b>TOTAL (R\$ mil)</b>	<b>R\$ 224</b>	<b>R\$ 224</b>	<b>R\$ 224</b>	<b>R\$ 224</b>	<b>R\$ 224</b>	<b>R\$ 448</b>	<b>R\$ 448</b>	<b>R\$ 448</b>	<b>R\$ 448</b>	<b>R\$ 448</b>	<b>R\$ 672</b>

O Inox 410 D gera um custo total inicial de R\$ 454.467,00 e de acordo com a Tabela 10 sua espessura mínima não é atingida até o ano 11, logo, esse será o custo total de utilização desse corpo de prova durante as onze safras, conforme demonstrado na Tabela 13.

Tabela 13 - Custo de instalação do INOX 410 D no decorrer dos anos

<b>INOX 410 D - ESPESSURA 12,1 mm</b>											
<b>Itens de Avaliação de Custo</b>	<b>ANO 1</b>	<b>ANO 2</b>	<b>ANO 3</b>	<b>ANO 4</b>	<b>ANO 5</b>	<b>ANO 6</b>	<b>ANO 7</b>	<b>ANO 8</b>	<b>ANO 9</b>	<b>ANO 10</b>	<b>ANO 11</b>
Inox 410 D (R\$ mil)	R\$ 304	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Consumíveis (R\$ mil)	R\$ 19	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Mão de Obra (R\$ mil)	R\$ 131	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Total Manut. (R\$ mil)	R\$ 455	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
<b>TOTAL (R\$ mil)</b>	<b>R\$ 454</b>	<b>R\$ 454</b>	<b>R\$ 454</b>	<b>R\$ 454</b>	<b>R\$ 454</b>	<b>R\$ 454</b>	<b>R\$ 454</b>	<b>R\$ 454</b>	<b>R\$ 454</b>	<b>R\$ 454</b>	<b>R\$ 454</b>

A Tabela 14 informa o custo de instalação do HARDOX 450 e, de acordo com a Tabela 10, não haverá substituição das chapas durante o período de estudo, logo, o custo total da utilização do HARDOX 450 em onze safras será de R\$ 374.484,00.

Tabela 14 - Custo de instalação do HARDOX 450 no decorrer dos anos

<b>HARDOX 450 - ESPESSURA 12,1 mm</b>											
<b>Itens de Avaliação de Custo</b>	<b>ANO 1</b>	<b>ANO 2</b>	<b>ANO 3</b>	<b>ANO 4</b>	<b>ANO 5</b>	<b>ANO 6</b>	<b>ANO 7</b>	<b>ANO 8</b>	<b>ANO 9</b>	<b>ANO 10</b>	<b>ANO 11</b>
HARDOX 450(R\$ mil)	R\$ 224	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Consumíveis (R\$ mil)	R\$ 19	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Mão de Obra (R\$ mil)	R\$ 131	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Total Manut. (R\$ mil)	R\$ 374	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
<b>TOTAL (R\$ mil)</b>	<b>R\$ 374</b>	<b>R\$ 374</b>	<b>R\$ 374</b>	<b>R\$ 374</b>	<b>R\$ 374</b>	<b>R\$ 374</b>	<b>R\$ 374</b>	<b>R\$ 374</b>	<b>R\$ 374</b>	<b>R\$ 374</b>	<b>R\$ 374</b>

O custo inicial de instalação do Inox 439 é de R\$ 261.690,00, contudo, segundo a Tabela 10, o corpo de prova deverá ser trocado no ano 3, atingindo sua espessura mínima e aumentando o custo de instalação total para R\$ 523.380,00. O mesmo ocorrerá nos anos 5, 7, 9 e 11, elevando o custo total de instalação para R\$ 1.570.140,00, conforme indicado na Tabela 15.

Tabela 15 - Custo de instalação do INOX 439 no decorrer dos anos

<b>INOX 439 - ESPESSURA 5,0 mm</b>											
<b>Itens de Avaliação de Custo</b>	<b>ANO 1</b>	<b>ANO 2</b>	<b>ANO 3</b>	<b>ANO 4</b>	<b>ANO 5</b>	<b>ANO 6</b>	<b>ANO 7</b>	<b>ANO 8</b>	<b>ANO 9</b>	<b>ANO 10</b>	<b>ANO 11</b>
Inox 439 (R\$ mil)	R\$ 111	R\$ -	R\$ 111	R\$ -	R\$ 111	R\$ -	R\$ 111	R\$ -	R\$ 111	R\$ -	R\$ 111
Consumíveis (R\$ mil)	R\$ 19	R\$ -	R\$ 19	R\$ -	R\$ 19	R\$ -	R\$ 19	R\$ -	R\$ 19	R\$ -	R\$ 19
Mão de Obra (R\$ mil)	R\$ 131	R\$ -	R\$ 131	R\$ -	R\$ 131	R\$ -	R\$ 131	R\$ -	R\$ 131	R\$ -	R\$ 131
Total Manut. (R\$ mil)	R\$ 262	R\$ -	R\$ 262	R\$ -	R\$ 262	R\$ -	R\$ 262	R\$ -	R\$ 262	R\$ -	R\$ 262
<b>TOTAL (R\$ mil)</b>	<b>R\$ 262</b>	<b>R\$ 262</b>	<b>R\$ 523</b>	<b>R\$ 523</b>	<b>R\$ 785</b>	<b>R\$ 785</b>	<b>R\$ 1.047</b>	<b>R\$ 1.047</b>	<b>R\$ 1.308</b>	<b>R\$ 1.308</b>	<b>R\$ 1.570</b>

O Inox 304 apresenta custo inicial de instalação de R\$ 380.765,00, entretanto, de acordo com a Tabela 10, sua espessura mínima será atingida após o quarto ano, logo, necessitará de substituição no quinto ano, aumentando o custo de instalação para R\$ 761.765,00. Ao longo do período de 11 anos, haverá substituição das chapas nos anos 5 e 9, totalizando um custo total de instalação de R\$ 1.142.295,00.

Tabela 16 - Custo de instalação do INOX 439 no decorrer dos anos

INOX 304 - ESPESSURA 6,35 mm											
Itens de Avaliação de Custo	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	ANO 11
Inox 439 (R\$ mil)	R\$ 231	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 231	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 231	R\$ -	R\$ -
Consumíveis (R\$ mil)	R\$ 19	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 19	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 19	R\$ -	R\$ -
Mão de Obra (R\$ mil)	R\$ 131	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 31	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 131	R\$ -	R\$ -
Total Manut. (R\$ mil)	R\$ 381	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 381	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 381	R\$ -	R\$ -
TOTAL (R\$ mil)	R\$ 381	R\$ 381	R\$ 381	R\$ 381	R\$ 762	R\$ 762	R\$ 762	R\$ 762	R\$ 1,142	R\$ 1.142	R\$ 1.142

A partir dos custos de instalação de cada corpo de prova calculados para o período de onze anos demonstrados nas Tabelas 12, 13, 14, 15 e 16, realizou-se um comparativo dos materiais HARDOX 450, Inox 410 D, Inox 439 e Inox 304 com o Aço A36, com a finalidade de se analisar as economias e as despensas que se obtém no período de estudo em relação a esse material.

O Aço A36 foi escolhido como base desse comparativo por ser o material utilizado na esteira metálica de cana picada atualmente. O resultado dessa relação pode ser observado na Tabela 17 e 18 a seguir.

Analisando as Tabelas 17 e 18, nota-se que, a partir do ano 6, o HARDOX 450 passa a ser mais rentável em relação ao Aço A36, apresentando uma *economia* de R\$ 73.384,00 e, ao final dos onze anos, uma *economia* de R\$ 297.318,00. O Inox 410 D passa a ser rentável a partir do ano 11, com *economia* de R\$ 217.335,00 em relação ao Aço A36. O Inox 439 e o Inox 304 não são economicamente viáveis durante o período analisado.

Tabela 17 - Viabilidade de cada material dos anos 1 a 6

SAVING/ PENALTY	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6
HARDOX (R\$ mil)	-R\$ 150,55	-R\$ 150,55	-R\$ 150,55	-R\$ 150,55	-R\$ 150,55	R\$ 73,38
410 D (R\$ mil)	-R\$ 230,53	-R\$ 230,53	-R\$ 230,53	-R\$ 230,53	-R\$ 230,53	-R\$ 6,60
INOX 439 (R\$ mil)	-R\$ 37,76	-R\$ 37,76	-R\$ 299,45	-R\$ 299,45	-R\$ 561,14	-R\$ 337,20
INOX 304 (R\$ mil)	-R\$ 156,83	-R\$ 156,83	-R\$ 156,83	-R\$ 156,83	-R\$ 537,59	-R\$ 313,66

Tabela 18 - Viabilidade de cada material dos anos 7 a 11

SAVING/ PENALTY	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10	ANO 11
HARDOX (R\$ mil)	R\$ 73,38	R\$ 73,38	R\$ 73,38	R\$ 73,38	R\$ 297,32
410 D (R\$ mil)	-R\$ 6,60	-R\$ 6,60	-R\$ 6,60	-R\$ 6,60	R\$ 217,34
INOX 439 (R\$ mil)	-R\$ 598,89	-R\$ 598,89	-R\$ 860,58	-R\$ 860,58	-R\$ 898,34
INOX 304 (R\$ mil)	-R\$ 1.075,19	-R\$ 1.075,19	-R\$ 1.455,96	-R\$ 1.455,96	-R\$ 1.612,79

A Tabela 19 mostra um resumo dos custos totais de instalação de cada material, a economia e a porcentagem em relação ao Aço A36. Nota-se que o HARDOX apresentou economia de 44% em relação ao Aço A36, indicando o maior retorno em onze anos em comparação com os demais corpos de prova.

Tabela 19 - Viabilidade de cada material

MATERIAL	TOTAL GASTO EM 11 ANOS	SAVING	SAVING REL. AO A36(%)
A 36	R\$ 671.802,00	R\$	
INOX 410 D	R\$ 454.467,00	-R\$ 217.335,00	32%
HARDOX 450	R\$ 374.484,00	-R\$ 297.318,00	44%
INOX 439	R\$ 1.570.140,00	R\$ 898.338,00	-134%
INOX 304	R\$ 2.284.590,00	R\$ 1.612.788,00	-240%



## 6. CONCLUSÃO

O estudo foi realizado com quinze corpos de prova instalados em três posições distintas nas laterais de uma esteira de transporte de cana picada, onde previamente foram definidas como regiões críticas em termos de desgaste. Sendo os materiais utilizados: Aço A36, Inox 410 D, HARDOX 450, Inox 439 e Inox 304. A partir das análises de espessura das chapas desses materiais instaladas em diferentes pontos da esteira metálica de cana picada (lateral esquerda, lateral direita e parte frontal), observou-se que o HARDOX apresentou menor desgaste durante o tempo de estudo. Concluiu-se que o menor desgaste obtido com esse material foi devido a sua maior dureza em relação aos demais materiais de estudo.

O principal desgaste encontrado nesse estudo foi o abrasivo, uma vez que todos os materiais foram submetidos ao estilhaço da cana-de-açúcar e o contato com ela.

Economicamente esses corpos de prova foram analisados a partir dos custos da instalação dos materiais em toda a extensão da esteira metálica, do custo da mão de obra, dos custos consumíveis e de manutenção.

Para essa análise econômica, estimou-se a partir dos dados de desgastes dos corpos de prova o tempo máximo que uma chapa pode ser utilizada sem apresentar problemas estruturais. Com essa análise obteve-se o tempo de 11 anos, que foi estipulado a partir do ano em que todos os materiais atingem sua espessura mínima, menos aquela que apresentou menor desgaste, no caso de estudo, o HARDOX 450.

Com base nos parâmetros econômicos considerados e no tempo de 11 anos calculados, analisou-se o custo da utilização das chapas de cada um desses materiais durante esse período. Com essa análise obtém-se o custo do uso dos materiais ao final de 11 anos. Realizou-se um comparativo das análises de cada um desses materiais, sendo o padrão base o Aço A36, que é o material instalado em toda esteira atualmente. A partir desse comparativo obteve-se a economia de cada corpo de prova em relação ao Aço A36.

O cálculo do *saving* (economia) permitiu analisar a viabilidade do uso de cada material, sendo o HARDOX 450 o material que apresentou maior *saving* em 6 anos de instalação, com *saving* relativo de 44%.

Portanto, o HARDOX 450 apresentou melhor custo benefício para ser utilizado como estrutura do transportador de cana, uma vez que apresentou menor desgaste durante o período e menor custo em longo prazo.

Futuramente, a intenção desse estudo será avaliar se de fato a projeção do estudo econômico se comprova e também realizar o estudo do material HARDOX 450 em outros processos da usina, como nos processos em que se possui caldo com diversas características.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICO, A.; AZEVEDO, M. J. G.; OLIVEIRA, R.; SOUZA, A.; PINHEIRO, H. P.; **Impureza mineral e vegetal impacto na indústria e porcentagem tolerável.** Disponível em: <http://www.etanol.ufscar.br/trabalhos-mta/piracicaba-i-links/trabalhos/influencia-das-impurezas-minerais-no-tratamento-do-caldo-para-acucar-cristal>.

Acesso em 29 jul. 2016

ASTM G40 – 96 – **Standart Terminology Relating to Wear and Erosion.**

BENEDITI, M. S.; BROD, F. P. R.; PERTICARRARI, J. G. **Perdas de Cana e Impurezas Vegetais e Minerais na Colheita Mecanizada.** Disponível em: <http://xa.yimg.com/kq/groups/20144470/1320106253/name/Perdas+de+cana+e+impurezas+vegetais+e+minerais+--+CTC.pdf>. Acesso em: 02 de out. de 2016.

BIOETANOL DE CANA. **Tecnologias Avançadas na Agroindústria da Cana-de-Açúcar.** Disponível em: <http://www.bioetanoldecana.org/pt/download/cap5.pdf>. Acesso em: 11 set. 2016.

BUDINSKI, K.G., **Surface Engineering for Wear Resistance**, Englewood Cliffs, New jersey, 1987.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de-açúcar.** Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_04\\_09\\_10\\_30\\_34\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_abril\\_2013\\_4o\\_lev.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_04_09_10_30_34_boletim_cana_portugues_abril_2013_4o_lev.pdf) >. Acesso em: 17 ago. 2016.

DIAS, M. F. MARTINS & GOMES, S. I. NOVAES – Avaliação da Resistência ao Desgaste abrasivo a Baixa Tensão de Revestimentos soldados por arco submerso. **2º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação** – 2003.

DIN 50320. Descrição esquemática de quatro principais mecanismos de desgaste (DIN 50320, 1979).

HUTCHINGS, I. M. **Tribology – Friction and Wear of Engineering Materials**. 7<sup>th</sup>. Edition. London: Edward Arnold, 1992.

KASSIM S. AL-RUBAIE – Equivalent hardness concept and two-body abrasion of iron-base alloys. **Wear** **243** (2000) 92-100.

KÖNIG, R. G. **Estudo do Desgaste de Revestimentos em Matrizes de Recorte a Frio de Cabeças de Parafusos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais). UFSC. Florianópolis, p. 40. 2007.

Lima, A. C. **Estudo da Aplicação de Revestimento Duro por Soldagem com Arames Tubulares quanto à Resistência ao Desgaste de Facas Picadoras de Cana-de-açúcar**. 232 p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2008.

MATOS, P. F.; PESSÔA, V. L. S. **A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território**. Geo UERJ, Rio de Janeiro, v. 2, n. 22, 2011, p. 290 – 322. Disponível em: <http://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/geouerj>. Acesso em: 08 abr. 2016.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Cana-de-açúcar**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>. Acesso em: 17 ago. 2016.

PANNONI, F. D. **Estrutura em Aço – Projetos, Especificações e Proteção contra a Corrosão** – Alagoas, 2015. Disponível em: <http://www.cbca-acobrasil.org.br/upfiles/fckeditor/file/Palestra-Pannoni-CREA-Alagoas-24-setembro-2015-1.pdf>. Acessado em: 08.abr.2016

RAMALHO, JOSÉ PINTO & Jr, LUIZ GIMENES – Processo com eletrodo revestido. **Coleção Tecnologia SENAI – Soldagem**. p. 191-203 - Senai-S.P, 1997.

RAMALHO, JOSÉ PINTO. – Revestimento por Soldagem. **Coleção Tecnologia SENAI – Soldagem**. p. 315-336 - Senai-S.P, 1997.

REBELLO, J.M.A. & PARANHOS, P. & LARA, J.A.C. & GUIMARÃES, A. S. – **Resistência ao Desgaste por Abrasão, Dureza e Microestrutura de Revestimentos Duros Depositados por Arco Submerso**. ABS – XIII Encontro Nacional de Tecnologia da Soldagem, p. 87 – 101, 1987.

RIBEIRO, RUBENS; **Avaliação da Resistência ao Desgaste Abrasivo de Revestimentos Soldados do Tipo Fe – C – Cr. Utilizados na Indústria Sucroalcooleira**, 2004, 104 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista UNESP, Ilha Solteira, 2004.

SPECTRU. **Revestimentos Duros Resistentes ao Desgaste Depositados por Soldagem Utilizados na Recuperação de Elementos de Máquinas**. Disponível em: <http://www.spectru.com.br/Metalurgia/diversos/soldadesgaste.pdf>> Acesso em 15 de Ago 16.

STOETERAU, R. L. (2004) – **Apostila de Processos de Usinagem**. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 180 p.

SUGARCANECROPS. **Introdução**. Disponível em: <http://www.sugarcane crops.com/p/introduction/> >. Acesso em: 16 jun 2016.

TYLCZAK, J. H. **Abrasive wear**. ASM Handbook, vol. 18. Friction, Lubrication and Wear Technology. ASM International, USA, 1992, p. 184 – 190.

VILLABÓN. L.R.; SINATORA, A. **Construção e instrumentação de abrasômetro do tipo roda-de-borracha para o estudo do comportamento tribológico de aços**. **APAET - Mecânica Experimental**.,2006,Vol 13,Pg 1-11. Disponível em <http://search.msn.com/results.aspx?q=apaet+mecanica+experimental++villabon&form=QBNO>>. Acesso em 02 jun 2016.

WAINER, E. & BRANDI, D.S. & HOMEN, F.D. - **Soldagem Processos e Metalurgia**. Ed. Edgard Blucher - SP. Brasil, 1992.

ZUM GAHR, K-H. – **Microstructure and Wear of Materials**. Tribology Series 10, Institute of Materials Technology , University of Siegen, Federal Republic of Germany, Elsevier 1987.

## **8. APÊNDICE A – ENSAIOS METALOGRAFICOS**

A seguir serão apresentados os relatórios dos ensaios metalograficos realizados nos materiais utilizados como corpos de prova antes de sua instalação na esteira transportadora de cana, determinando assim as características dos materiais apresentados no Capítulo 4.

**Informações fornecidas pelo solicitante**

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N  
 SP - BR  
**Contato do Cliente:** ANDERSON F. SILVA  
**Ordem Comercial:** 5046-0015503-001  
**Material:** AISI 304  
**Documentos:** Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220  
**Data do Recebimento:** 16/08/2016  
**Data da Conclusão:** 18/08/2016  
**Acreditação:** INMETRO

**ANÁLISE QUÍMICA**

**Identificação SGS:** PI1616687.001  
**Amostra:** ITEM 1 / 100 mm x 100 mm x #6,3 mm

**Tipo de Ensaio:** Análise Química via Espectrometria - Óptica

Elementos	C	Si	Mn	P	S	Cr
	%	%	%	%	%	%
<b>Resultados Obtidos</b>	0,037	0,47	1,12	0,018	0,001	18,28
Elementos	Ni	Mo	Cu	Al	V	Nb
	%	%	%	%	%	%
<b>Resultados Obtidos</b>	8,14	0,14	0,23	ND	0,05	0,012
Elementos	Ti	W	Pb	Sn	Co	B
	%	%	%	%	%	%
<b>Resultados Obtidos</b>	0,002	0,03	0,026	0,007	0,16	0,0005
Elementos	Zr	Fe				
	%	%				
<b>Resultados Obtidos</b>	0,01	BASE				

NA = Não analisado

ND = Não detectado

**Nota** As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**Interpretações** Os elementos analisados atendem a norma AISI 304.

**Normas de Referência:** ASTM E 415:2014  
 ASTM A 751:2014a

**Condições Ambientais:** Temperatura 21°C Umidade 48%

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.



Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016

**Eng. Gustavo Ceccatto**  
CREA SP 5069047976  
Coordenador de Laboratório

Signatário Autorizado  
Carimbo e Assinatura

**Dr. Celso Roberto Ribeiro**  
CREA SP 5062065580  
Gerente Técnico

Carimbo e Assinatura

Fim do Relatório

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragem enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR**

Ordem Comercial: **5046-0015503-002**

Material: **AISI 304**

Documentos: **Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220**

Data do Recebimento: **16/08/2016**

Data da conclusão: **18/08/2016**

**ENSAIO DE DUREZA**

**Identificação SGS:** PI1616691.001

**Amostra:** ITEM 1 / 100 mm x 100 mm x #6,3 mm

**Tipo de Ensaio:** Mecânico

Pontos	Dureza obtida na superfície
	<b>HRB</b>
1	<b>85</b>
2	<b>85</b>
3	<b>85</b>
Média	<b>85</b>

Normas de Referência: ASTM E 18:2015.  
 Condições Ambientais: Local 21°C.  
 de Análises / Ensaios: SGS Labmat – Piracicaba-SP.

Assina em nome da  
 SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.



**Eng. Gustavo Ceccatto**  
 CREA SP 5069047976  
 Coordenador de Laboratório  
 Signatário Autorizado  
 Carimbo e Assinatura



**Dr. Celso Ribeiro**  
 CREA SP 5062065580  
 Gerente Técnico  
 Carimbo e Assinatura



# RELATÓRIO DE ENSAIO

Nº PI1616691\_DUR Rev. 0

V I A ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



60

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.

A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested /*

*analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the*

*laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR**

Ordem Comercial: **5046-0015503-002**

Material: **Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220**

Documentos: **AISI 304**

Data do Recebimento: **16/08/2016**

Data da conclusão: **18/08/2016**

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

Identificação SGS: **PI1616694.001**

Amostra: **ITEM 1 / 100 mm x 100 mm x #6,3 mm**

**Tipo de Ensaio: Metalográfico**



**Figura 1 – Objetiva 200X**

**Microestrutura** - A micrografia realizada no sentido longitudinal mostra uma microestrutura típica de um aço inoxidável austenítico, composta por uma matriz austenítica. Foi evidenciada a presença de ferrita delta com cerca de 2%.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina (**ASTM E45-13a - Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	5,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"

Normas de Referência: ASTM E 3: 2011/ ASTM E 7: 2015/ ASTM E 407: 2015/ ASTM E112: 2013  
ASTM E 45: 2013.

Condições Ambientais: 21°C.

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.

**Eng. Gustavo Ceccatto**  
**CREA SP 5069047976**  
**Coordenador de Laboratório**

**Signatário Autorizado**  
**Carimbo e Assinatura**

**Dr. Celso Ribeiro**  
**CREA SP 5062065580**  
**Gerente Técnico**

**Carimbo e Assinatura**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.  
As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.  
Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.  
Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.  
A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.  
*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*  
*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*  
*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*  
As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.  
Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.  
The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter  
This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

**Informações fornecidas pelo solicitante**

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N  
 SP - BR  
**Contato do Cliente:** ANDERSON F. SILVA  
**Ordem Comercial:** 5046-0015503-001  
**Material:** ASTM A36  
**Documentos:** Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220  
**Data do Recebimento:** 16/08/2016  
**Data da Conclusão:** 18/08/2016  
**Acreditação:** INMETRO

### ANÁLISE QUÍMICA

**Identificação SGS:** PI1616704.001  
**Amostra:** ITEM 4 / 100 mm x 100 mm x #9,75 mm

**Tipo de Ensaio:** Análise Química via Espectrometria - Óptica

<b>Elementos</b>	<b>C</b> %	<b>Si</b> %	<b>Mn</b> %	<b>P</b> %	<b>S</b> %	<b>Cr</b> %
<b>Resultados Obtidos</b>	<b>0,128</b>	<b>0,02</b>	<b>0,68</b>	<b>0,018</b>	<b>0,015</b>	<b>ND</b>
<b>Elementos</b>	<b>Ni</b> %	<b>Mo</b> %	<b>Cu</b> %	<b>Al</b> %	<b>V</b> %	<b>Nb</b> %
<b>Resultados Obtidos</b>	<b>0,01</b>	<b>ND</b>	<b>0,01</b>	<b>0,039</b>	<b>ND</b>	<b>0,022</b>
<b>Elementos</b>	<b>Ti</b> %	<b>W</b> %	<b>Pb</b> %	<b>Sn</b> %	<b>Co</b> %	<b>As</b> %
<b>Resultados Obtidos</b>	<b>ND</b>	<b>0,004</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>0,003</b>	<b>0,003</b>
<b>Elementos</b>	<b>B</b> %	<b>Fe</b> %				
<b>Resultados Obtidos</b>	<b>0,0004</b>	<b>BASE</b>				

NA = Não analisado

ND = Não detectado

**Nota** As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**Interpretações** A composição química atende a norma ASTM A36/A36M-14.

**Normas de Referência:** ASTM E 415:2014  
 ASTM A 751:2014a

**Condições Ambientais:** Temperatura 21°C Umidade 48%

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016



**Eng. Gustavo Ceccatto**  
CREA SP 5069047976  
Coordenador de Laboratório  
Signatário Autorizado  
Carimbo e Assinatura



**Dr. Celso Roberto Ribeiro**  
CREA SP 5062065580  
Gerente Técnico  
Carimbo e Assinatura

Fim do Relatório

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragem enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.



Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR**

Ordem Comercial: **5046-0015503-002**

Material: **Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220**

Documentos: **ASTM A36**

Data do Recebimento: **16/08/2016**

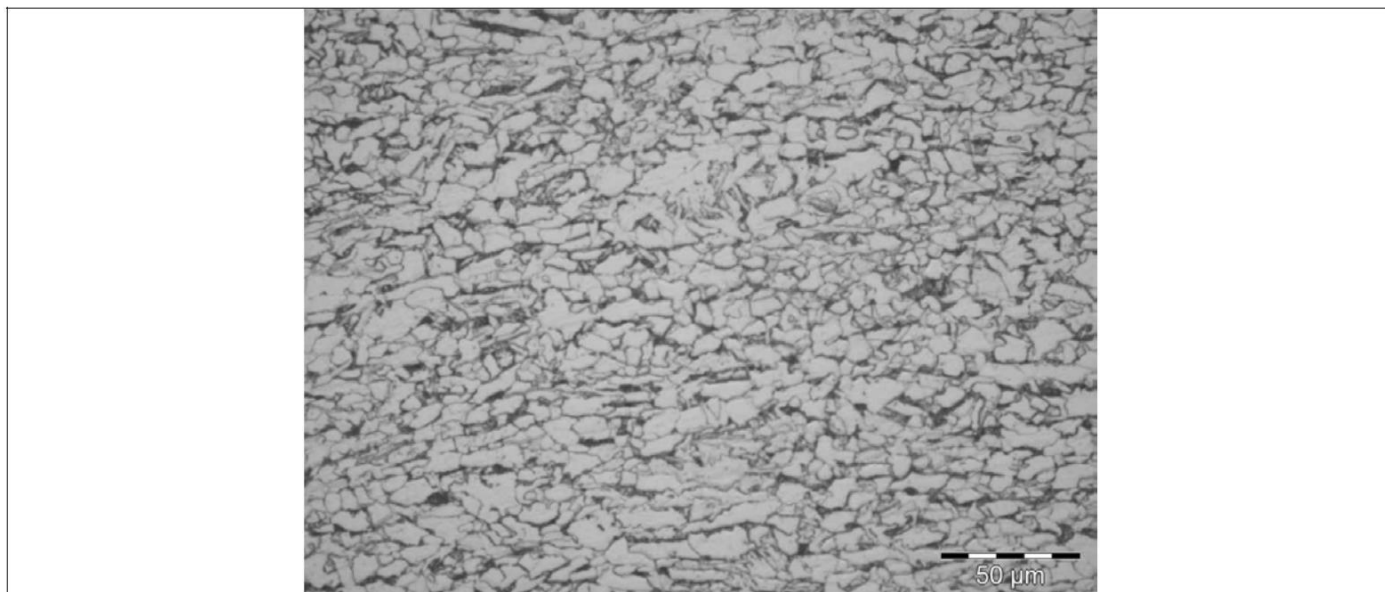
Data da conclusão: **18/08/2016**

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

Identificação SGS: **PI1616706.001**

Amostra: **ITEM 4 / 100 mm x 100 mm x #9,75 mm**

**Tipo de Ensaio:** **Macrográfico**



**Figura 1 – Objetiva 500X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada após ataque químico mostra uma microestrutura composta por uma matriz ferrítica com presença discreta de perlita.

**Tamanho de grão ferrítico:**

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	8,0	9,0	8,0	9,0	9,0	8,5

**ASTM E112-2013** - procedimento de comparação.



"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"

Normas de Referência: ASTM E 3: 2011/ ASTM E 7: 2015/ ASTM E 407: 2015 /ASTM E112: 2013.

Condições Ambientais: 21°C.

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.

**Eng. Gustavo Ceccatto**  
**CREA SP 5069047976**  
**Coordenador de Laboratório**

**Signatário Autorizado**  
**Carimbo e Assinatura**

**Dr. Celso Ribeiro**  
**CREA SP 5062065580**  
**Gerente Técnico**

**Carimbo e Assinatura**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.

A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested /*

*analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

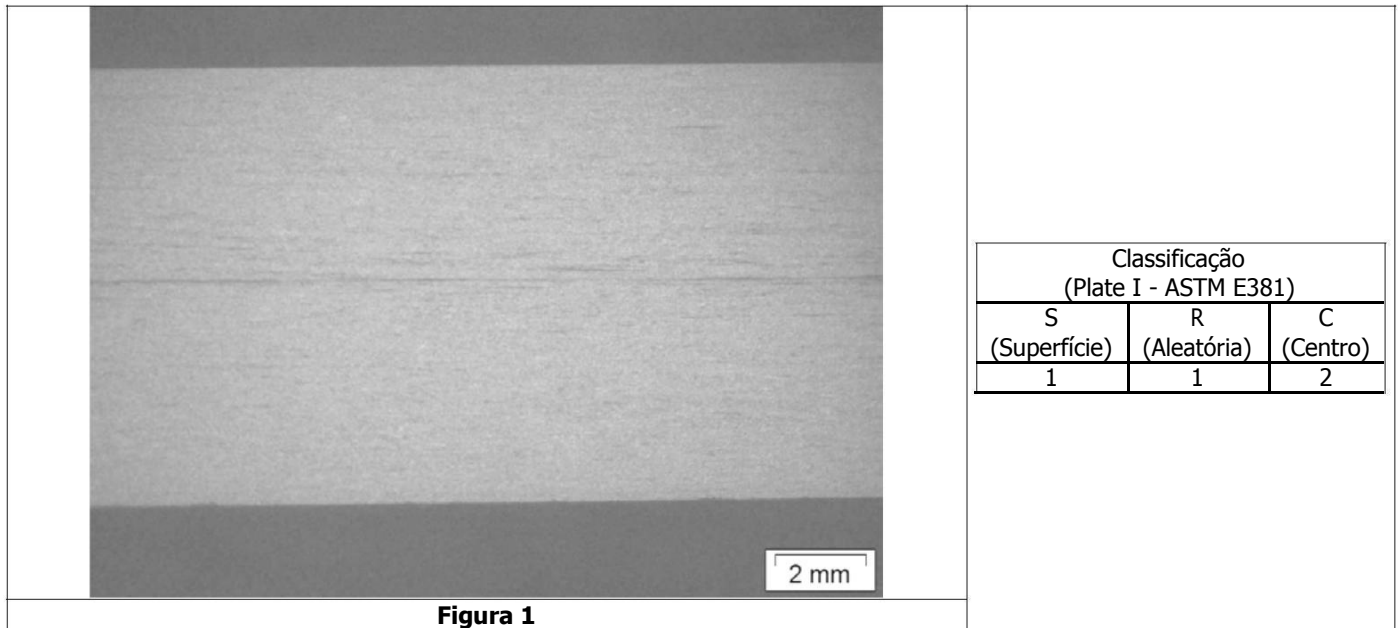
### Informações fornecidas pelo solicitante

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR  
  
**Ordem Comercial:** 5046-0015503-002  
**Material:** ASTM A36  
**Documentos:** Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220  
**Data do Recebimento:** 16/08/2016  
**Data da conclusão:** 19/08/2016

## ANÁLISE MACROGRAFIA

**Identificação SGS:** PI1616707.001  
**Amostra:** ITEM 4 / 100 mm x 100 mm x #9,75 mm

**Tipo de Ensaio:** Macrográfico



**Normas de Referência:** ASTM E3-11.  
 ASTM E407-07ed1.  
 ASTM E7-03 (reap. 2009) .  
 ASTM E381-01 (reap.2012).

**Condições Ambientais:** 21°C.



**RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Nº PI1616707\_MAC Rev. 0**  
**V I A ORIGINAL**



68

*"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"*

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.

**Eng. Gustavo Ceccatto**  
**CREA SP 5069047976**  
**Coordenador de Laboratório**

**Signatário Autorizado**  
**Carimbo e Assinatura**

**Dr. Celso Ribeiro**  
**CREA SP 5062065580**  
**Gerente Técnico**

**Carimbo e Assinatura**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente. Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório. Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório. A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

Informações fornecidas pelo solicitante

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N  
 SP - BR  
**Contato do Cliente:** ANDERSON F. SILVA  
**Ordem Comercial:** 5046-0015503-001  
**Material:** HARDOX 450  
**Documentos:** Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220  
**Data do Recebimento:** 16/08/2016  
**Data da Conclusão:** 19/08/2016  
**Acreditação:** INMETRO

**ANÁLISE QUÍMICA**

**Identificação SGS:** PI1616708.001  
**Amostra:** ITEM 5 / 100 mm x 100 mm x #12,0 mm

**Tipo de Ensaio:** Análise Química via Espectrometria - Óptica

<b>Elementos</b>	<b>C</b> %	<b>Si</b> %	<b>Mn</b> %	<b>P</b> %	<b>S</b> %	<b>Cr</b> %
<b>Resultados Obtidos</b>	0,129	0,23	1,36	0,017	0,004	0,15
<b>Elementos</b>	<b>Ni</b> %	<b>Mo</b> %	<b>Cu</b> %	<b>Al</b> %	<b>V</b> %	<b>Nb</b> %
<b>Resultados Obtidos</b>	0,08	0,02	0,14	0,062	0,001	0,014
<b>Elementos</b>	<b>Ti</b> %	<b>W</b> %	<b>Pb</b> %	<b>Sn</b> %	<b>Co</b> %	<b>As</b> %
<b>Resultados Obtidos</b>	0,010	0,009	0,003	0,004	0,007	0,005
<b>Elementos</b>	<b>B</b> %	<b>Fe</b> %				
<b>Resultados Obtidos</b>	0,0005	BASE				

NA = Não analisado

ND = Não detectado

**Nota** As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**Interpretações** A composição química atende a especificação HAR DOX 450 ( 2016 - 06-18 ) norma enviada pelo cliente.

**Normas de Referência:** ASTM E 415:2014  
 ASTM A 751:2014a

**Condições Ambientais:** Temperatura 21°C Umidade 48%

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016



**Eng. Gustavo Ceccatto**  
CREA SP 5069047976  
Coordenador de Laboratório  
Signatário Autorizado  
Carimbo e Assinatura



**Dr. Celso Roberto Ribeiro**  
CREA SP 5062065580  
Gerente Técnico  
Carimbo e Assinatura

Fim do Relatório

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragem enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.



# RELATÓRIO DE ENSAIO

N° PI1616709\_DUR Rev. 0

VIA ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



71

## Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR**

Ordem Comercial: **5046-0015503-002**

Material: **HARDOX 450**

Documentos: **Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220**

Data do Recebimento: **16/08/2016**

Data da conclusão: **18/08/2016**

## ENSAIO DE DUREZA

Identificação SGS: **PI1616709.001**

Amostra: **ITEM 5 / 100 mm x 100 mm x #12,0 mm**

**Tipo de Ensaio:** Mecânico

Pontos	Dureza obtida na superfície <b>HRC</b>
1	<b>45</b>
2	<b>45</b>
3	<b>45</b>
Média	<b>45</b>

Normas de Referência: ASTM E 18:2015.  
Condições Ambientais: Local 21°C.  
de Análises / Ensaios: SGS Labmat – Piracicaba-SP.

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.

**Eng. Gustavo Ceccatto**  
CREA SP 5069047976  
Coordenador de Laboratório  
Signatário Autorizado  
Carimbo e Assinatura

**Dr. Celso Ribeiro**  
CREA SP 5062065580  
Gerente Técnico  
Carimbo e Assinatura



# RELATÓRIO DE ENSAIO

Nº PI1616709\_DUR Rev. 0  
VIA ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



72

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.

A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested /*

*analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the*

*laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**



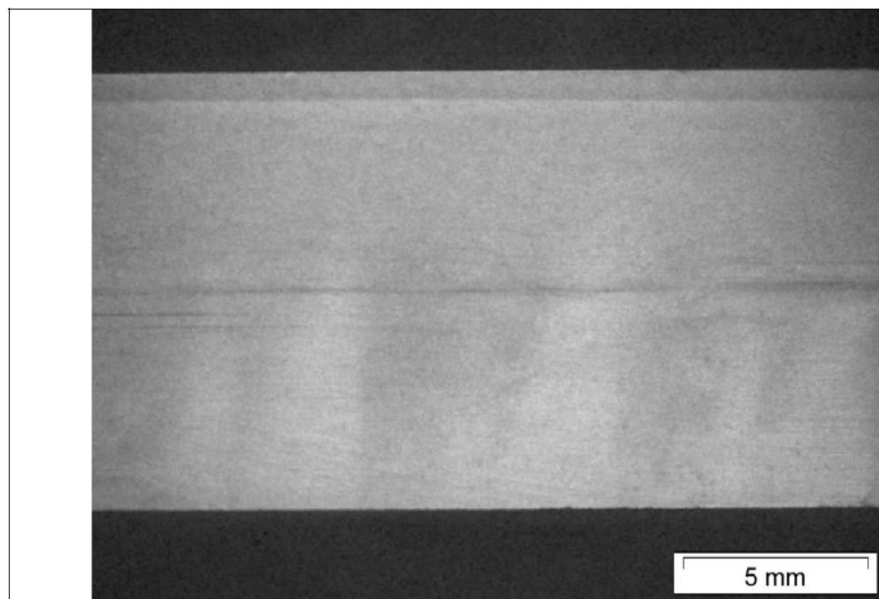
Informações fornecidas pelo solicitante

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR  
  
**Ordem Comercial:** 5046-0015503-002  
**Material:** HARDOX 450  
**Documentos:** Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220  
**Data do Recebimento:** 16/08/2016  
**Data da conclusão:** 19/08/2016

**ANÁLISE MACROGRAFIA**

**Identificação SGS:** PI1616711.001  
**Amostra:** ITEM 5 / 100 mm x 100 mm x #12,0 mm

**Tipo de Ensaio:** Macrográfico



**Figura 1**

Classificação (Plate I - ASTM E381)		
S (Superfície)	R (Aleatória)	C (Centro)
1	1	2

**Normas de Referência:** ASTM E3-11.  
 ASTM E407-07ed1.  
 ASTM E7-03 (reap. 2009) .  
 ASTM E381-01 (reap.2012).

**Condições Ambientais:** 21°C.



*"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio"*

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaio de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.

**Eng. Gustavo Ceccatto**  
**CREA SP 5069047976**  
**Coordenador de Laboratório**

**Signatário Autorizado**  
**Carimbo e Assinatura**

**Dr. Celso Ribeiro**  
**CREA SP 5062065580**  
**Gerente Técnico**

**Carimbo e Assinatura**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.

A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

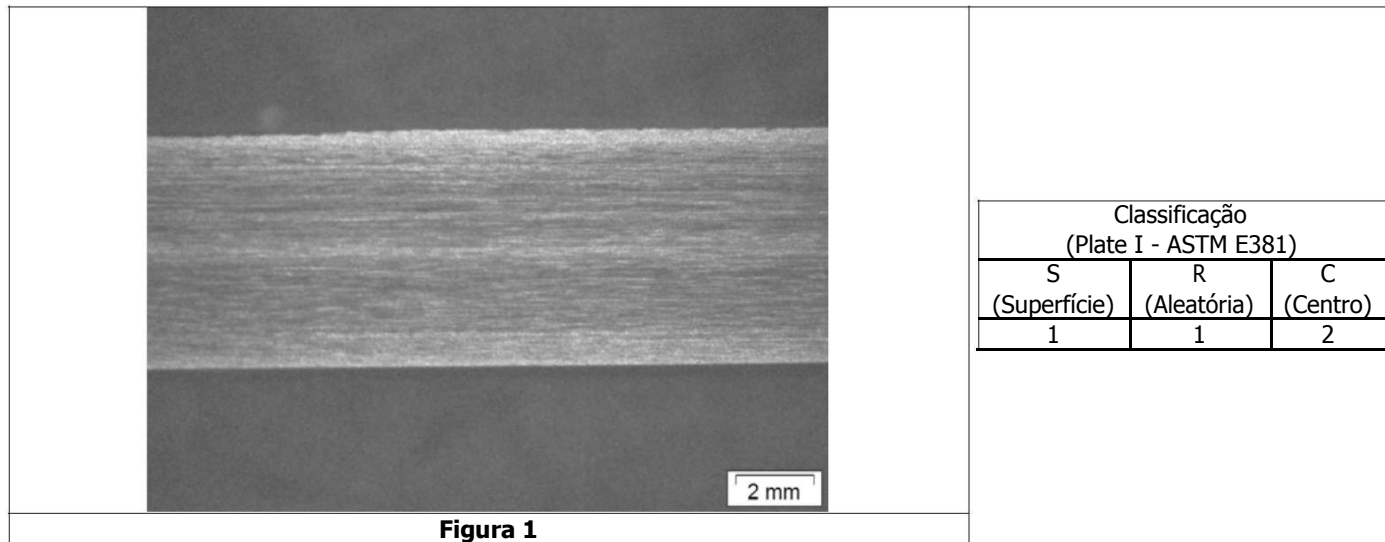
Informações fornecidas pelo solicitante

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR  
  
**Ordem Comercial:** 5046-0015503-002  
**Material:** AISI 304  
**Documentos:** Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220  
**Data do Recebimento:** 16/08/2016  
**Data da conclusão:** 19/08/2016

### ANÁLISE MACROGRAFIA

**Identificação SGS:** PI1616695.001  
**Amostra:** ITEM 1 / 100 mm x 100 mm x #6,3 mm

**Tipo de Ensaio:** Macrográfico



**Normas de Referência:** ASTM E3-11.  
 ASTM E407-07ed1.  
 ASTM E7-03 (reap. 2009) .  
 ASTM E381-01 (reap.2012).

**Condições Ambientais:** 21°C.



**RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Nº PI1616695\_MAC Rev. 0**  
**VIA ORIGINAL**

*"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"*



76

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.

**Eng. Gustavo Ceccatto**  
**CREA SP 5069047976**  
**Coordenador de Laboratório**

**Signatário Autorizado**  
**Carimbo e Assinatura**

**Dr. Celso Ribeiro**  
**CREA SP 5062065580**  
**Gerente Técnico**

**Carimbo e Assinatura**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.  
As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.  
Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.  
Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.  
A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.  
*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the costumer.*  
*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*  
*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*  
As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.  
The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter  
This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

Informações fornecidas pelo solicitante

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N  
 SP - BR  
**Contato do Cliente:** ANDERSON F. SILVA  
**Ordem Comercial:** 5046-0015503-001  
**Material:** AISI 410D  
**Documentos:** Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220  
**Data do Recebimento:** 16/08/2016  
**Data da Conclusão:** 18/08/2016  
**Acreditação:** INMETRO

**ANÁLISE QUÍMICA**

**Identificação SGS:** PI1616696.001  
**Amostra:** ITEM 2 / 100 mm x 100 mm x #4,0 mm

**Tipo de Ensaio:** Análise Química via Espectrometria - Óptica

Elementos	C	Si	Mn	P	S	Cr
	%	%	%	%	%	%
<b>Resultados Obtidos</b>	<b>0,020</b>	<b>0,38</b>	<b>0,41</b>	<b>0,018</b>	<b>0,003</b>	<b>11,07</b>
Elementos	Ni	Mo	Cu	Al	V	Nb
	%	%	%	%	%	%
<b>Resultados Obtidos</b>	<b>0,30</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>0,02</b>	<b>ND</b>
Elementos	Ti	W	Co	Zr	B	Fe
	%	%	%	%	%	%
<b>Resultados Obtidos</b>	<b>0,001</b>	<b>ND</b>	<b>0,02</b>	<b>0,002</b>	<b>0,0002</b>	<b>BASE</b>

NA = Não analisado

ND = Não detectado

**Nota** As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**Interpretações** A composição química atende a norma ASTM A240/A240M-15 Tipo 410.

**Normas de Referência:** ASTM E 415:2014  
 ASTM A 751:2014a

**Condições Ambientais:** Temperatura 21°C Umidade 48%

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

Assina em nome da  
 SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016



**Eng. Gustavo Ceccatto**  
**CREA SP 5069047976**  
**Coordenador de Laboratório**  
**Signatário Autorizado**  
**Carimbo e Assinatura**



**Dr. Celso Roberto Ribeiro**  
**CREA SP 5062065580**  
**Gerente Técnico**  
**Carimbo e Assinatura**

Fim do Relatório

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragem enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

*"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio"*

Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR**

Ordem Comercial: **5046-0015503-002**

Material: **AINI 410D**

Documentos: **Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220**

Data do Recebimento: **16/08/2016**

Data da conclusão: **18/08/2016**

**ENSAIO DE DUREZA**

Identificação SGS: **PI1616697.001**  
 Amostra: **ITEM 2 / 100 mm x 100 mm x #4,0 mm**

**Tipo de Ensaio: Mecânico**

Pontos	Dureza obtida na superfície
	<b>HRB</b>
1	<b>87</b>
2	<b>87</b>
3	<b>87</b>
Média	<b>87</b>

Normas de Referência: **ASTM E 18:2015.**  
 Condições Ambientais: **21°C.**  
 Local de Análises / Ensaio: **SGS Labmat – Piracicaba-SP.**

Assina em nome da  
 SGS Labmat Análises e Ensaio de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.



**Eng. Gustavo Ceccatto**  
**CREA SP 5069047976**  
**Coordenador de Laboratório**  
**Signatário Autorizado**  
**Carimbo e Assinatura**



**Dr. Celso Ribeiro**  
**CREA SP 5062065580**  
**Gerente Técnico**  
**Carimbo e Assinatura**



**RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Nº PI1616697\_DUR Rev. 0**  
**V I A ORIGINAL**

*"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"*



80

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.

A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

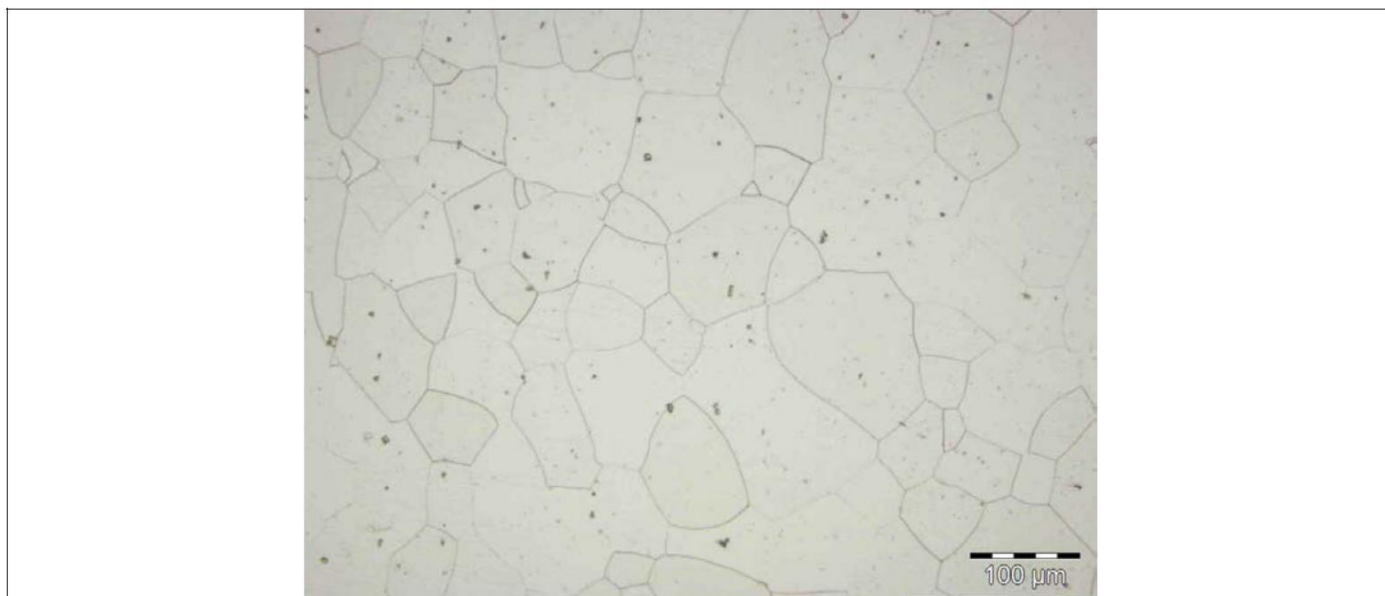
Informações fornecidas pelo solicitante

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR  
  
**Ordem Comercial:** 5046-0015503-002  
**Material:** AISI 439  
**Documentos:** Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220  
**Data do Recebimento:** 16/08/2016  
**Data da conclusão:** 18/08/2016

### ANÁLISE MICROGRÁFICA

**Identificação SGS:** PI1616702.001  
**Amostra:** ITEM 3 / 100 mm x 100 mm x #5,0 mm

**Tipo de Ensaio:** Metalográfico



**Figura 1 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada no sentido transversal mostra uma microestrutura típica de um aço inoxidável ferrítico, composta por uma matriz essencialmente ferrítica.

**Tamanho de grão ferrítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5

**ASTM E112-2013** - procedimento de comparação.





# RELATÓRIO DE ENSAIO

Nº PI1616702\_MET Rev. 0  
VIA ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



82

**Normas de Referência:** ASTM E 3: 2011/ ASTM E 7: 2015/ ASTM E 407: 2015/ASTM E112: 2013.  
**Condições Ambientais:** Temperatura: 21 °C.

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.

**Eng. Gustavo Ceccatto**  
CREA SP 5069047976  
Coordenador de Laboratório

**Signatário Autorizado**  
Carimbo e Assinatura

**Dr. Celso Ribeiro**  
CREA SP 5062065580  
Gerente Técnico

**Carimbo e Assinatura**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.  
As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.  
Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.  
Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.  
A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.  
*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*  
*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*  
*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*  
As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.  
The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter  
This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR**

Ordem Comercial: **5046-0015503-002**

Material: **AISI 439**

Documentos: **Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220**

Data do Recebimento: **16/08/2016**

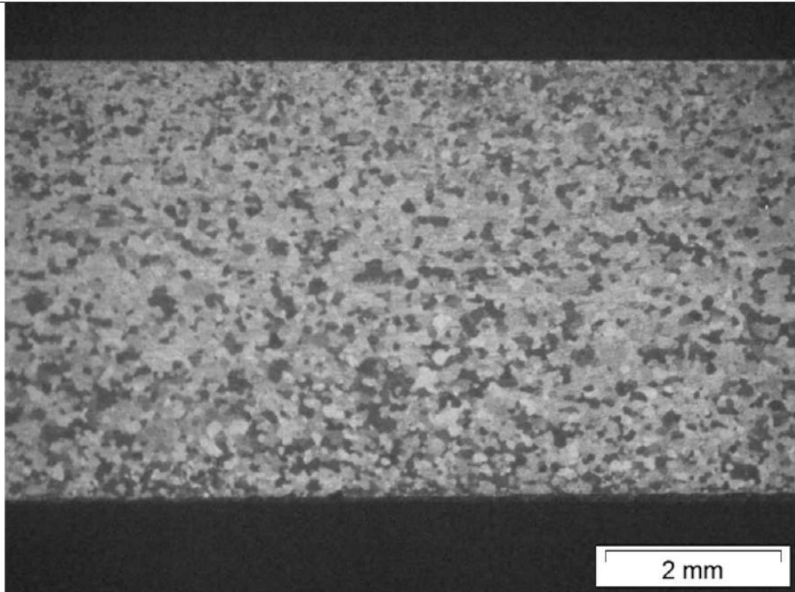
Data da conclusão: **19/08/2016**

**ANÁLISE MACROGRAFIA**

Identificação SGS: **PI1616703.001**

Amostra: **ITEM 3 / 100 mm x 100 mm x #5,0 mm**

**Tipo de Ensaio: Macrográfico**



Classificação (Plate I - ASTM E381)		
S (Superfície)	R (Aleatória)	C (Centro)
1	1	1

**Figura 1**

Normas de Referência: **ASTM E3-11.**  
**ASTM E407-07ed1.**  
**ASTM E7-03 (reap. 2009) .**  
**ASTM E381-01 (reap.2012).**

Condições Ambientais: **21°C.**



# RELATÓRIO DE ENSAIO

Nº PI1616703\_MAC Rev. 0

V I A ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



84

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.

**Eng. Gustavo Ceccatto**  
CREA SP 5069047976  
Coordenador de Laboratório

**Signatário Autorizado**  
Carimbo e Assinatura

**Dr. Celso Ribeiro**  
CREA SP 5062065580  
Gerente Técnico

**Carimbo e Assinatura**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.

A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**



**RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**N° PI1616705\_DUR Rev. 0**  
**VIA ORIGINAL**

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



85

Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR**

Ordem Comercial: **5046-0015503-002**

Material: **ASTM A36**

Documentos: **Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220**

Data do Recebimento: **16/08/2016**

Data da conclusão: **18/08/2016**

**ENSAIO DE DUREZA**

Identificação SGS: **PI1616705.001**

Amostra: **ITEM 4 / 100 mm x 100 mm x #9,75 mm**

**Tipo de Ensaio: Mecânico**

Pontos	Dureza obtida na superfície <b>HRB</b>
1	<b>81</b>
2	<b>83</b>
3	<b>82</b>
Média	<b>82</b>

Normas de Referência: **ASTM E 18:2015.**

Condições Ambientais: Local **21°C.**

de Análises / Ensaio: **SGS Labmat – Piracicaba-SP.**

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaio de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.

**Eng. Gustavo Ceccatto**  
**CREA SP 5069047976**  
**Coordenador de Laboratório**  
**Signatário Autorizado**  
**Carimbo e Assinatura**

**Dr. Celso Ribeiro**  
**CREA SP 5062065580**  
**Gerente Técnico**  
**Carimbo e Assinatura**



# RELATÓRIO DE ENSAIO

## Nº PI1616705\_DUR Rev. 0

### VIA ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



86

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.

A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

Informações fornecidas pelo solicitante

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N  
 SP - BR  
**Contato do Cliente:** ANDERSON F. SILVA  
**Ordem Comercial:** 5046-0015503-001  
**Material:** AISI 439  
**Documentos:** Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220  
**Data do Recebimento:** 16/08/2016  
**Data da Conclusão:** 19/08/2016  
**Acreditação:** INMETRO

**ANÁLISE QUÍMICA**

**Identificação SGS:** PI1616700.001  
**Amostra:** ITEM 3 / 100 mm x 100 mm x #5,0 mm

**Tipo de Ensaio:** Análise Química via Espectrometria - Óptica

Elementos	C	Si	Mn	P	S	Cr
	%	%	%	%	%	%
<b>Resultados Obtidos</b>	0,008	0,28	0,15	0,022	0,003	17,39

Elementos	Ni	Mo	Cu	Al	V	Nb
	%	%	%	%	%	%
<b>Resultados Obtidos</b>	0,15	0,03	ND	ND	0,04	0,12

Elementos	Ti	W	Co	Zr	B	Fe
	%	%	%	%	%	%
<b>Resultados Obtidos</b>	0,122	0,01	0,02	0,002	0,0003	BASE

NA = Não analisado

ND = Não detectado

**Nota** As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

**Interpretações** Os elementos analisados atendem a norma ASTM A240/A240M-15 Tipo 439.

**Normas de Referência:** ASTM E 415:2014  
ASTM A 751:2014a

**Condições Ambientais:** Temperatura 21°C Umidade 48%

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.



# RELATÓRIO DE ENSAIO/ANÁLISE

## N° PI1616700\_QUI Rev. 0



88

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaio de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016

Carimbo e Assinatura

Carimbo e Assinatura

Fim do Relatório

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragem enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

SGS Labmat Análises e Ensaio de Materiais Ltda.

Rua Joao Leonardo Fustaino, 201 - Distrito Industrial Uninorte - Piracicaba/SP - CEP:13413-102  
[www.br.sgs.com](http://www.br.sgs.com)

Member of the SGS Group (SGS SA)



Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR**

Ordem Comercial: **5046-0015503-002**

Material: **AISI 410D**

Documentos: **Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220**

Data do Recebimento: **16/08/2016**

Data da conclusão: **18/08/2016**

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

Identificação SGS: **PI1616698.001**

Amostra: **ITEM 2 / 100 mm x 100 mm x #4,0 mm**

**Tipo de Ensaio:** **Metalográfico**



**Figura 1 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada no sentido transversal mostra uma microestrutura típica de um aço inoxidável ferrítico, composta por uma matriz ferrítica.

**Tamanho de grão ferrítico** (sentido transversal):

<b>Campos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Média dos campos</b>
<b>Obtidos</b>	8,0	9,0	9,0	8,0	8,0	8,5

**ASTM E112-2013** - procedimento de comparação.





# RELATÓRIO DE ENSAIO

## Nº PI1616698\_MET Rev. 0

### V I A ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



90

**Normas de Referência:** ASTM E 3: 2011/ ASTM E 7: 2015/ ASTM E 407: 2015/ ASTM E112: 2013.  
**Condições Ambientais:** Temperatura: 21 °C.

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.

**Eng. Gustavo Ceccatto**  
CREA SP 5069047976  
Coordenador de Laboratório

**Signatário Autorizado**  
Carimbo e Assinatura

**Dr. Celso Ribeiro**  
CREA SP 5062065580  
Gerente Técnico

**Carimbo e Assinatura**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.  
As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.  
Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.  
Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.  
A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.  
*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*  
*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*  
*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*  
As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter  
This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

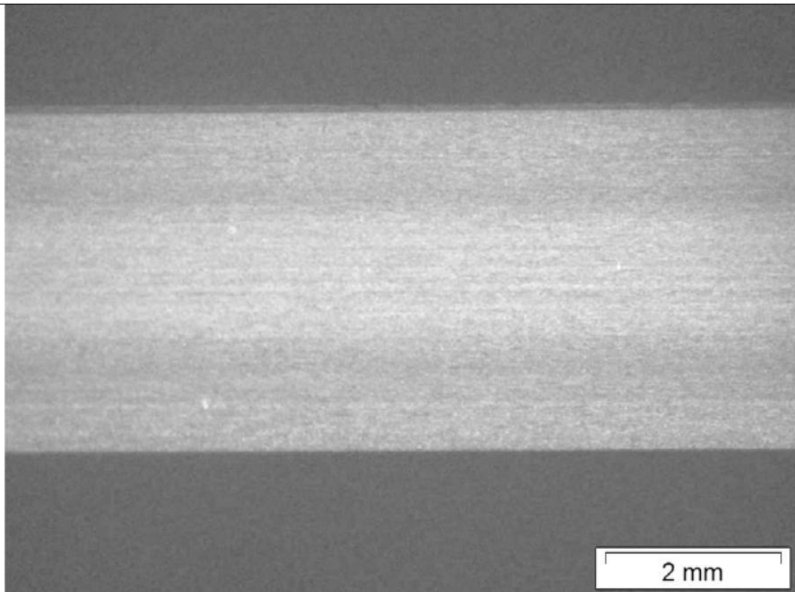
Informações fornecidas pelo solicitante

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR  
  
**Ordem Comercial:** 5046-0015503-002  
**Material:** AISI 410D  
**Documentos:** Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220  
**Data do Recebimento:** 16/08/2016  
**Data da conclusão:** 19/08/2016

**ANÁLISE MACROGRAFIA**

**Identificação SGS:** PI1616699.001  
**Amostra:** ITEM 2 / 100 mm x 100 mm x #4,0 mm

**Tipo de Ensaio:** Macrográfico



Classificação (Plate I - ASTM E381)		
S (Superfície)	R (Aleatória)	C (Centro)
1	1	1

**Figura 1**

**Normas de Referência:** ASTM E3-11.  
 ASTM E407-07ed1.  
 ASTM E7-03 (reap. 2009) .  
 ASTM E381-01 (reap.2012).

**Condições Ambientais:** 21°C.



**RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**N° PI1616699\_MAC Rev. 0**  
**V I A ORIGINAL**

*"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"*



92

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.

**Eng. Gustavo Ceccatto**  
**CREA SP 5069047976**  
**Coordenador de Laboratório**

**Signatário Autorizado**  
**Carimbo e Assinatura**

**Dr. Celso Ribeiro**  
**CREA SP 5062065580**  
**Gerente Técnico**

**Carimbo e Assinatura**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.  
As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.  
Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.  
Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.  
A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.  
*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the costumer.*  
*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*  
*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*  
As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.  
The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter  
This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR**

Ordem Comercial: **5046-0015503-002**

Material: **AISI 439**

Documentos: **Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220**

Data do Recebimento: **16/08/2016**

Data da conclusão: **18/08/2016**

**ENSAIO DE DUREZA**

Identificação SGS: **PI1616701.001**

Amostra: **ITEM 3 / 100 mm x 100 mm x #5,0 mm**

**Tipo de Ensaio: Mecânico**

Pontos	Dureza obtida na superfície
	<b>HRB</b>
1	<b>80</b>
2	<b>81</b>
3	<b>81</b>
Média	<b>80</b>

Normas de Referência: **ASTM E 18:2015.**

Condições Ambientais: Local **21°C.**

de Análises / Ensaios: **SGS Labmat – Piracicaba-SP.**

Assina em nome da  
 SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.



**Eng. Gustavo Ceccatto**  
**CREA SP 5069047976**  
**Coordenador de Laboratório**  
**Signatário Autorizado**  
**Carimbo e Assinatura**



**Dr. Celso Ribeiro**  
**CREA SP 5062065580**  
**Gerente Técnico**  
**Carimbo e Assinatura**



# RELATÓRIO DE ENSAIO Nº PI1616701\_DUR Rev. 0 V I A ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



94

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.

A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N SP - BR**

Ordem Comercial: **5046-0015503-002**

Material: **HARDOX 450**

Documentos: **Proposta 13514 / DANFE 000.050.700 / P.C 4504309220**

Data do Recebimento: **16/08/2016**

Data da conclusão: **18/08/2016**

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

Identificação SGS: **PI1616710.001**

Amostra: **ITEM 5 / 100 mm x 100 mm x #12,0 mm**

**Tipo de Ensaio:** **Metalográfico**



**Figura 1 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada após ataque químico mostra uma microestrutura composta por uma matriz martensítica.

**Tamanho do antigo grão austenítico:**

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	7,0	7,0	6,0	8,0	7,0	7,0

**ASTM E112-2013** - procedimento de comparação.



Normas de Referência: ASTM E 3: 2011/ ASTM E 7: 2015/ ASTM E 407: 2015/ ASTM E112: 2013.

Condições Ambientais: 21°C.

Assina em nome da  
SGS Labmat Análises e Ensaios de Materiais Ltda.

Emitido em Piracicaba, 19/08/2016.



**Eng. Gustavo Ceccatto**  
CREA SP 5069047976  
Coordenador de Laboratório

**Signatário Autorizado**  
Carimbo e Assinatura



**Dr. Celso Ribeiro**  
CREA SP 5062065580  
Gerente Técnico

**Carimbo e Assinatura**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.

A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested /*

*analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the*

*laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

## 9. APÊNDICE B – MACROGRAFIA E MICROGRAFIA APÓS ESTUDO



### RELATÓRIO DE ENSAIO N° PI1702962\_MET Rev. 0 VIA ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



97

#### Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A  
SIT PARÁLCOOL S/N  
SP - BR**

Ordem Comercial: **BR: 17058**

Material: **Hardox 450**

Documentos: **PPTA 44790 - PC 4504555992**

Data do Recebimento: **20/02/2017**

Data da conclusão: **22/02/2017**

### ANÁLISE MICROGRÁFICA

Identificação SGS: **PI1702962.001**

Amostra: **LATERAL ESQUERDA (SENTIDO FLUXO DO TRANSPORTADOR)  
CP 01 - 12,1mm**

**Tipo de Ensaio: Metalográfico**



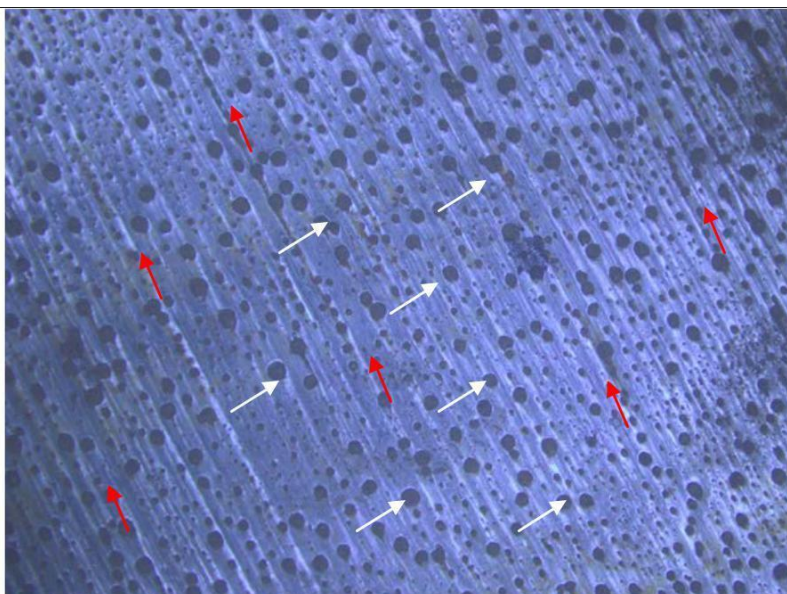
**Figura 1**

Registro fotográfico da amostra como recebida, as análise macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).

ESTEIO/RS: Rua Liberdade, 64 Sala 3 – Vila Rica – Esteio/RS – CEP: 93265-080 – Tel./Fax: (51) 3458-5911  
SÃO CAETANO DO SUL/ SP: Avenida Goiás, 2600 – Barcelona – São Caetano do Sul/SP – CEP: 09550-051 – Tel./Fax: (11)2086-9090 PIRACICABA/SP:  
Rua João Leonardo Fustaino, 201 – Distrito Industrial Uninorte – Piracicaba/SP – CEP: 13413-102 Tel./ Fax: (19) 3917-1670/ 3433-1091

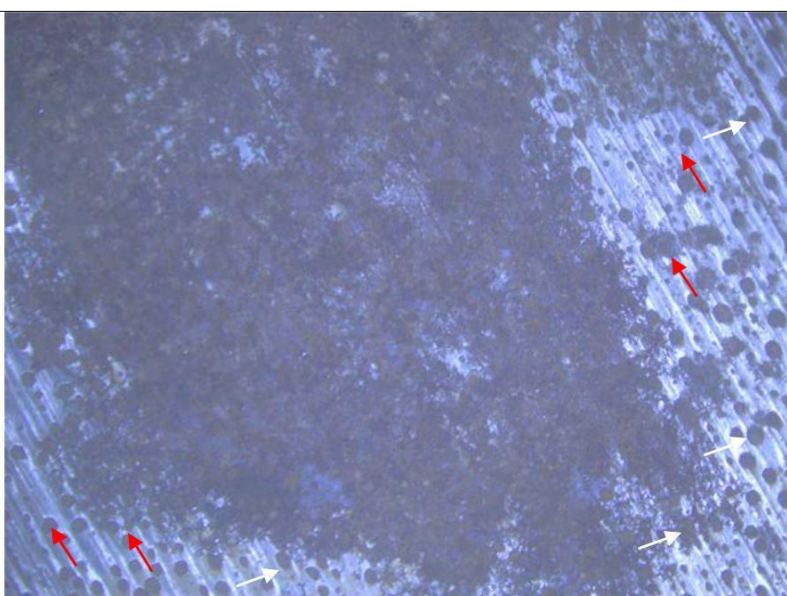
CABO STO AGOSTINHO/PE: Rod PE-60, KM 1501 ao KM 3201 Lado Impar 2635, - Garapu - Cabo de Sto Agostinho/PE - CEP: 54.518-343 – Tel: (55) 081 2129-3266





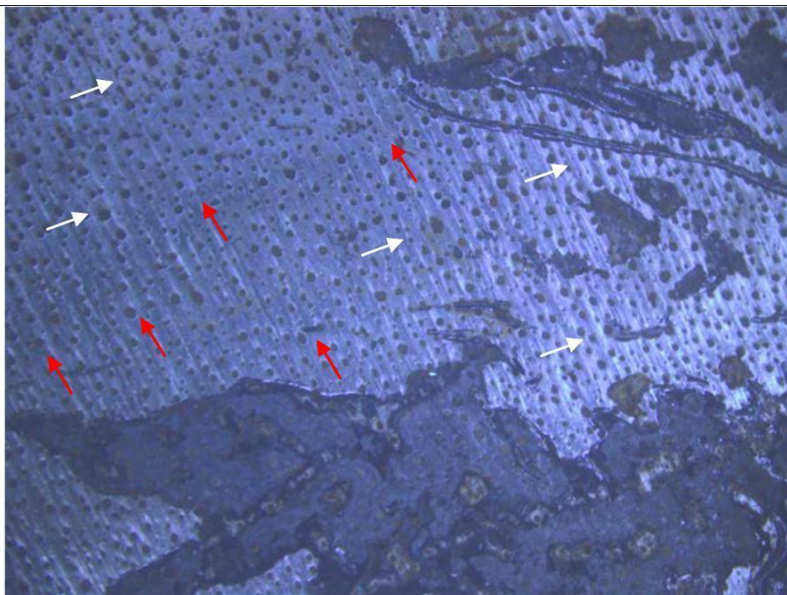
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Nota-se a presença de pites de corrosão (setas brancas). Nota-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



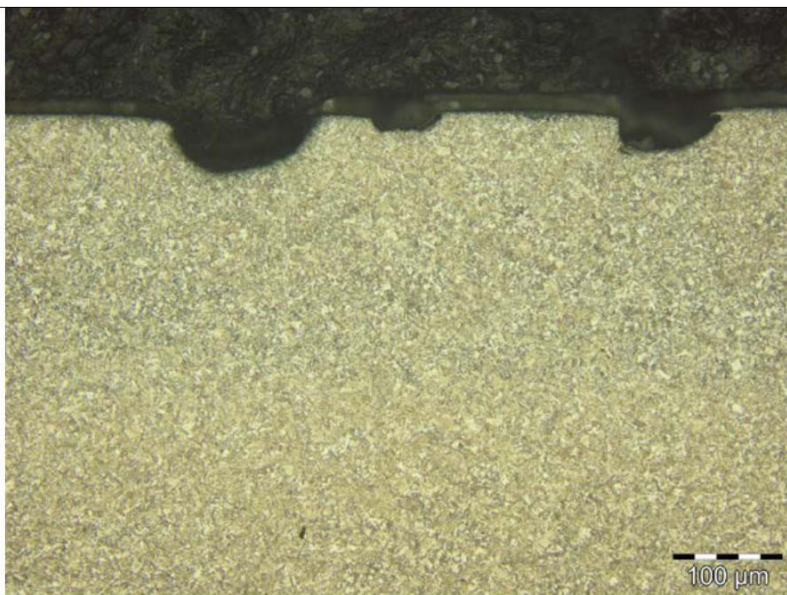
**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Nota-se a presença de pites de corrosão (setas brancas). Nota-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Nota-se a presença de pites de corrosão (setas brancas). Nota-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada junto à superfície mostra uma microestrutura composta por uma matriz martensítica. Nota-se a presença de pites de corrosão com profundidade de 105 µm.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	8,0	7,0	6,0	7,0	6,0	6,5

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 1.

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
**CREA - 5068893570**  
**Coordenador de Laboratório**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostras enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente. Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório. Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório. A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the costumer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**



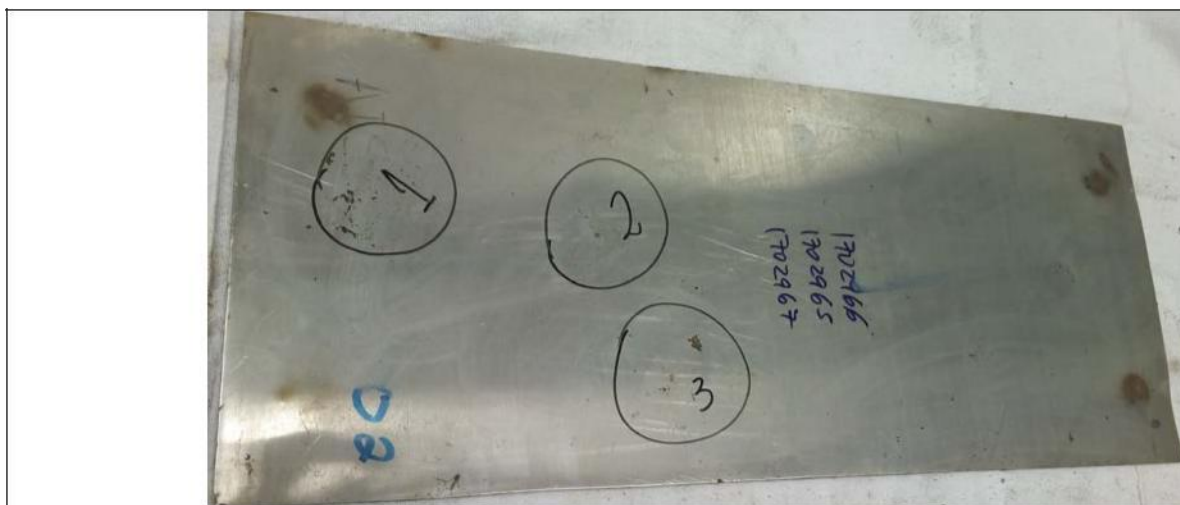
Informações fornecidas pelo solicitante

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N  
 SP - BR  
**Ordem Comercial:** BR: 17058  
**Material:** AISI 410D  
**Documentos:** PPTA 44790 - PC 4504555992  
**Data do Recebimento:** 20/02/2017  
**Data da conclusão:** 22/02/2017

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

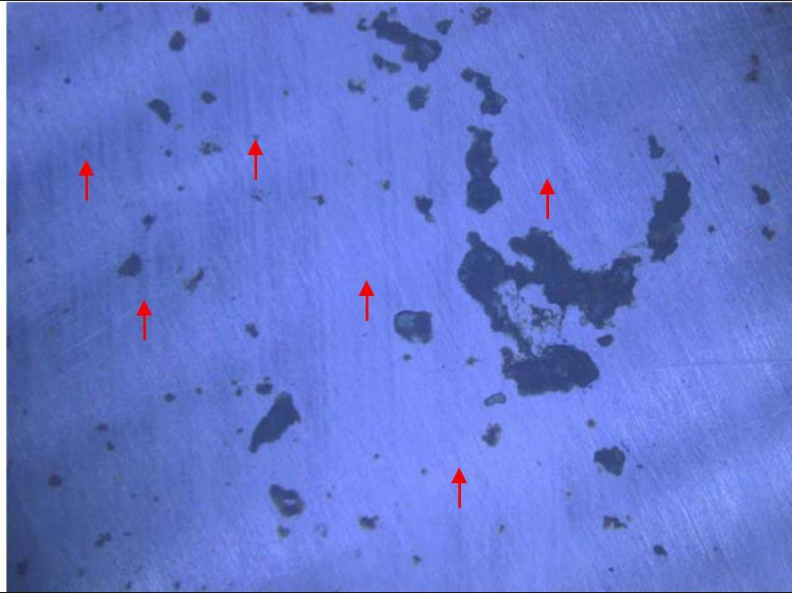
**Identificação SGS:** PI1702965.001  
**Amostra:** LATERAL ESQUERDA (SENTIDO FLUXO DO TRANSPORTADOR)  
 CP 02 - 4,0mm

**Tipo de Ensaio:** Metalográfico / Macrográfico



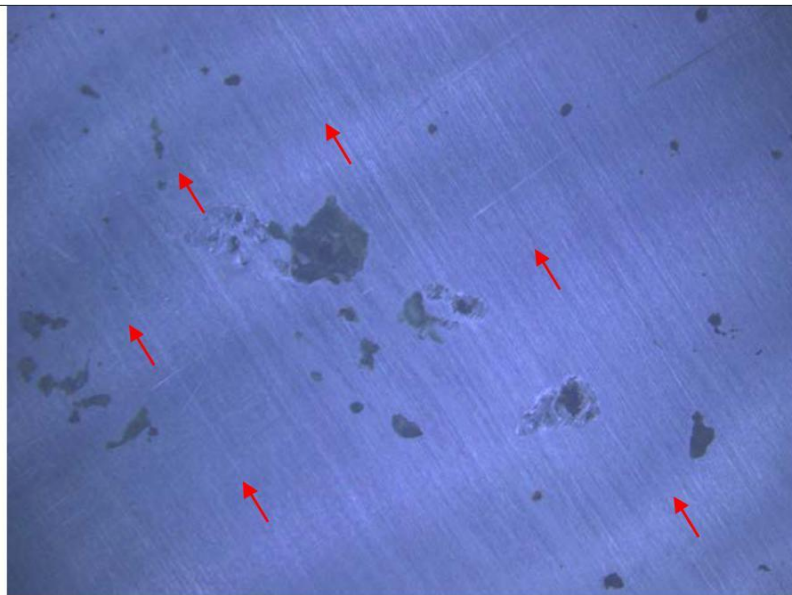
**Figura 1**

Registro fotográfico da amostra como recebida, as análises macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).



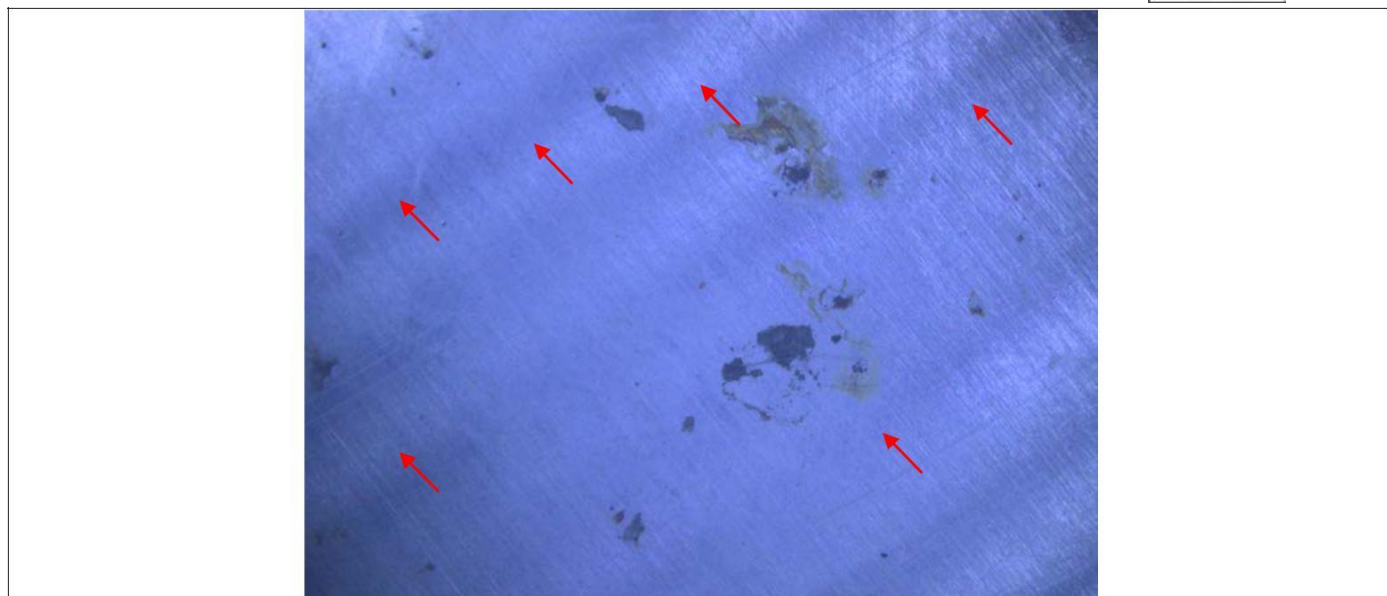
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas) e presença de material impregnado na superfície da chapa (regiões escuras).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas) e presença de material impregnado na superfície da chapa (regiões escuras).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas) e presença de material impregnado na superfície da chapa (regiões escuras).



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada após ataque químico mostra uma microestrutura composta por uma matriz essencialmente ferrítica. Não foi evidenciada a presença de pites de corrosão.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	9,0	9,0	10,0	9,0	9,0	9,0

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 1.

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
CREA - 5068893570  
Coordenador de Laboratório

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.

A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**



Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N**  
**SP - BR**

Ordem Comercial: **BR: 17058**

Material: **AISI 304**

Documentos: **PPTA 44790 - PC 4504555992**

Data do Recebimento: **20/02/2017**

Data da conclusão: **22/02/2017**

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

Identificação SGS: **PI1702968.001**

Amostra: **LATERAL ESQUERDA (SENTIDO FLUXO DO TRANSPORTADOR)**  
**CP 03 - 6,35mm**

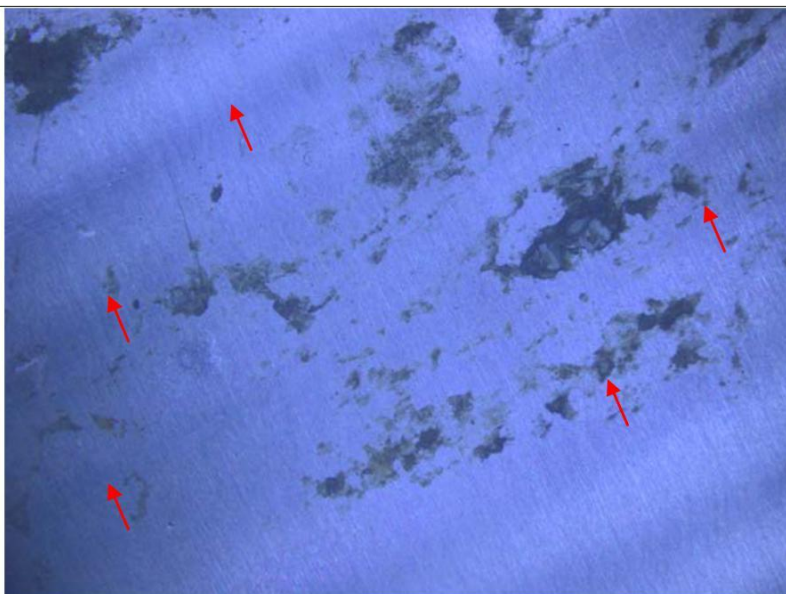
**Tipo de Ensaio:** **Metalográfico / Macrográfico**



**Figura 1**

Registro fotográfico da amostra como recebida, as análises macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).





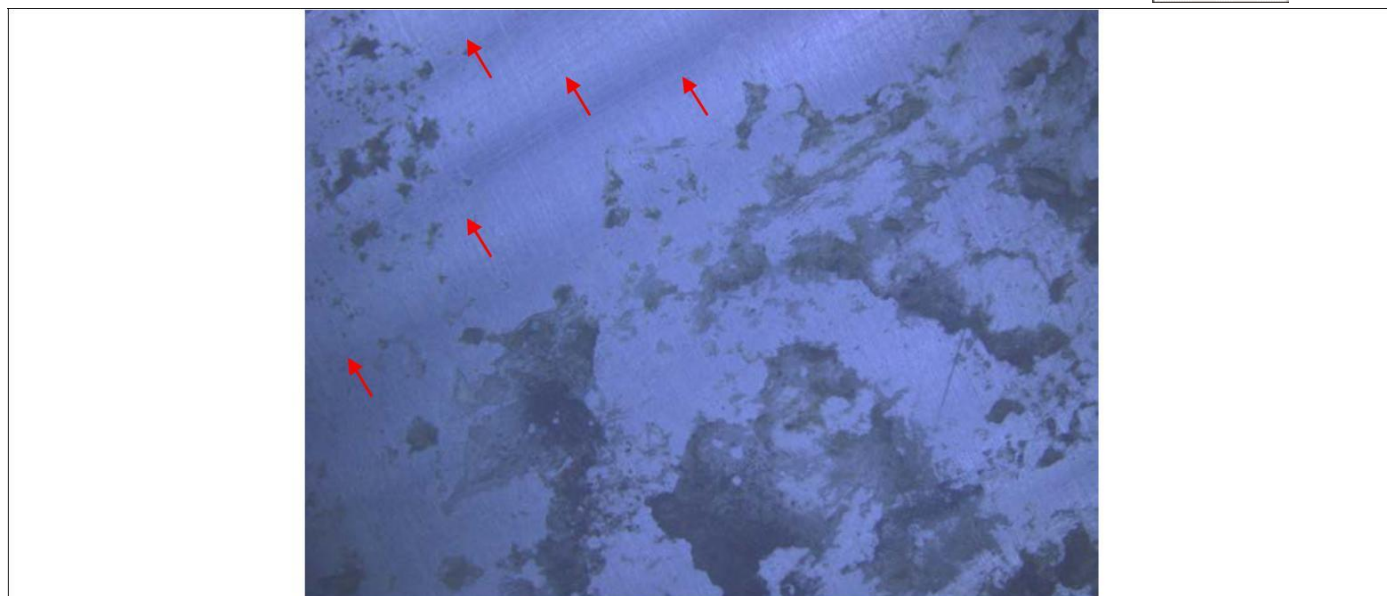
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Nota-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas) e regiões escuras presença de material impregnado na superfície da chapa.



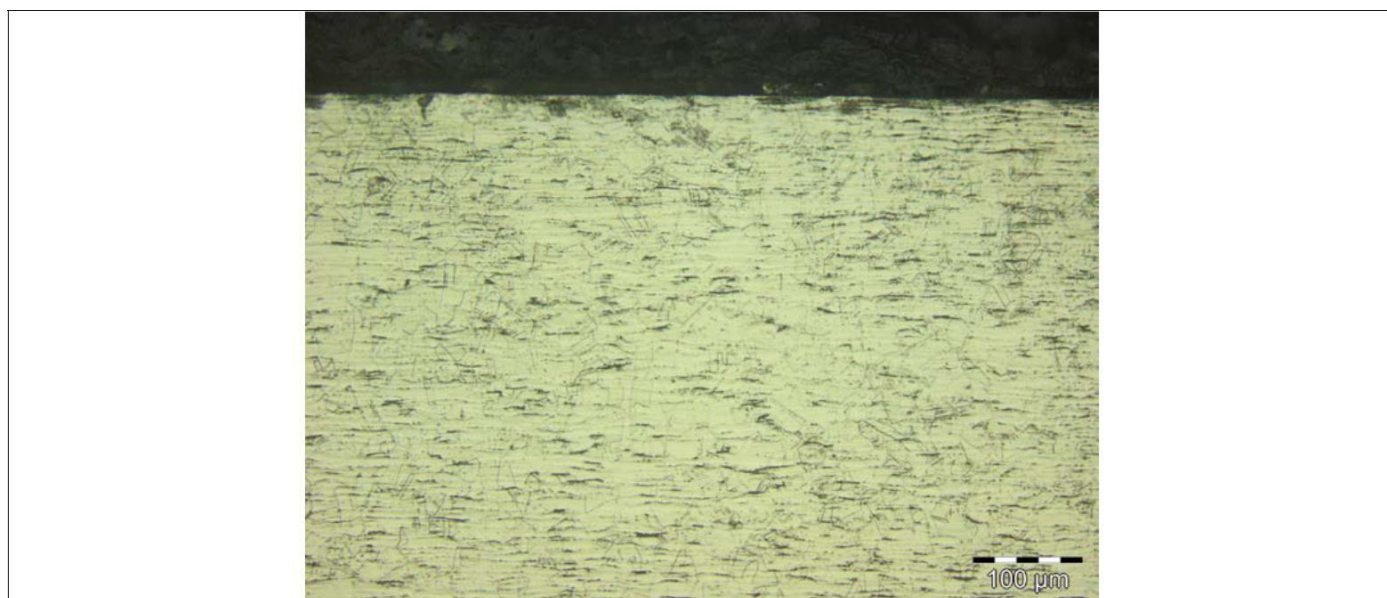
**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Nota-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Nota-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas) e regiões escuras presença de material impregnado na superfície da chapa.



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada após ataque químico mostra uma microestrutura típica de um aço inoxidável austenítico, composta por uma matriz austenítica. Foi evidenciada a presença ferrita delta e martensita induzida por deformação. Não foi evidenciada a presença de pites de corrosão.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	6,0	6,0	7,0	6,0	7,0	6,5

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 1.

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
**CREA - 5068893570**  
**Coordenador de Laboratório**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente. Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório. Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório. A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**



**RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**N° PI1702971\_MET Rev. 0**  
**VIA ORIGINAL**

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



109

Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N**  
**SP - BR**

Ordem Comercial: **BR: 17058**

Material: **AISI 439**

Documentos: **PPTA 44790 - PC 4504555992**

Data do Recebimento: **20/02/2017**

Data da conclusão: **22/02/2017**

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

Identificação SGS: **PI1702971.001**

Amostra: **LATERAL ESQUERDA (SENTIDO FLUXO DO TRANSPORTADOR)**  
**CP 04 - 5,0mm**

**Tipo de Ensaio: Metalográfico / Macrográfico**

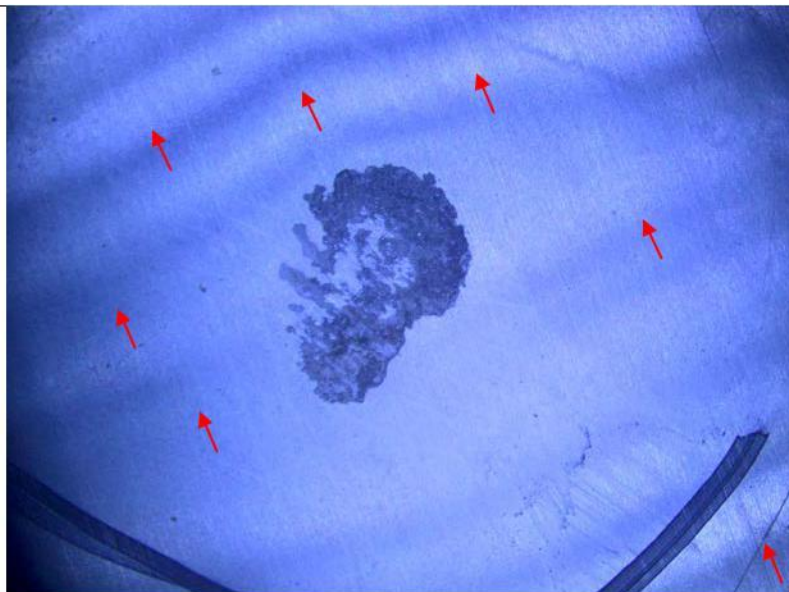


**Figura 1**

Registro fotográfico da amostra como recebida, as análises macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).

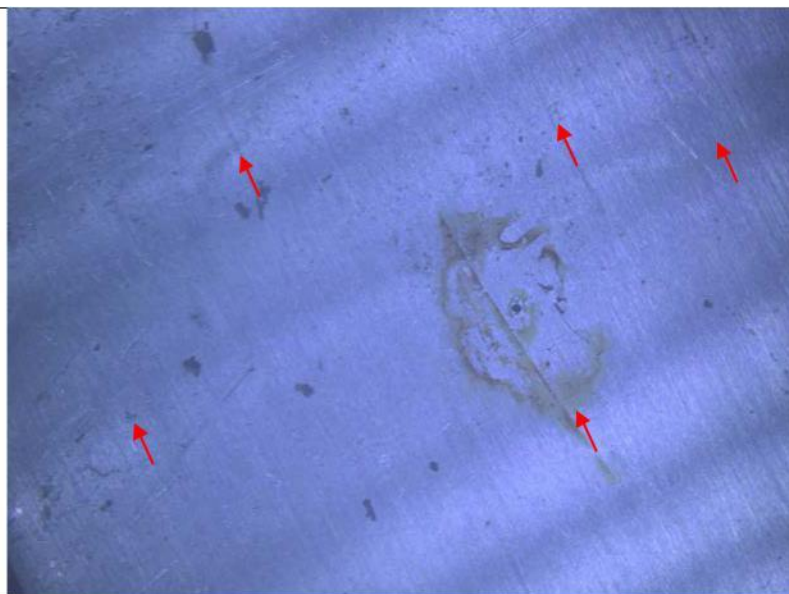


*"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio"*



**Figura 2**

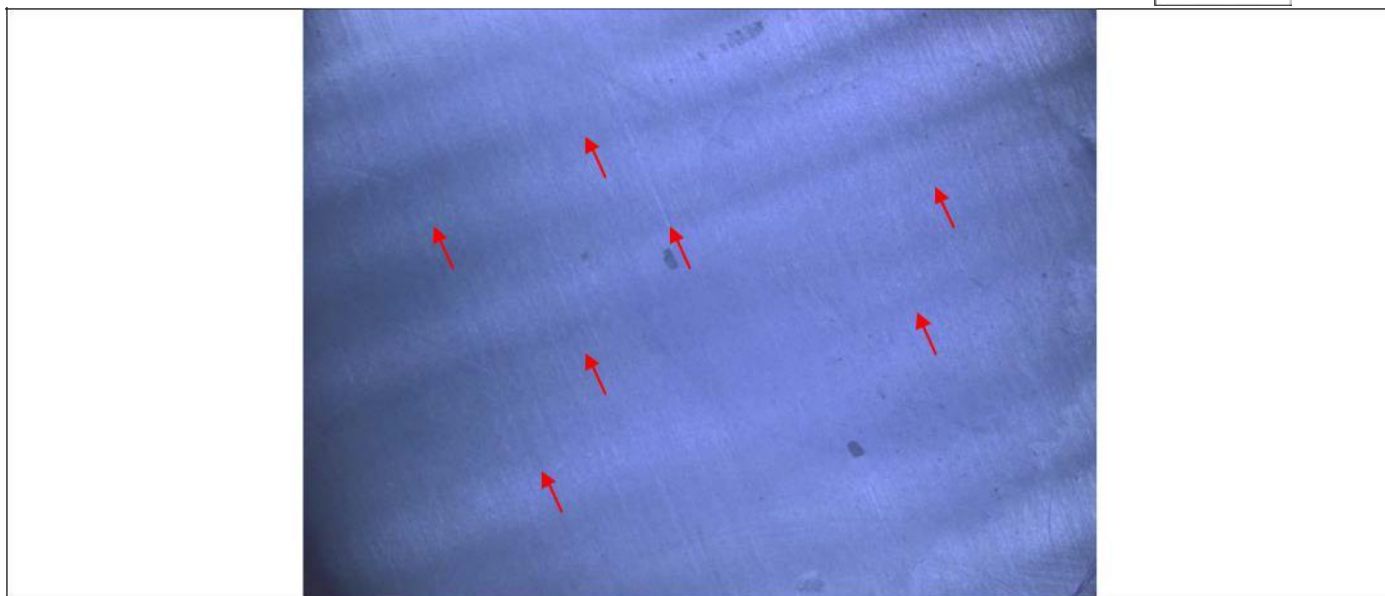
Registro fotográfico da região 1. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

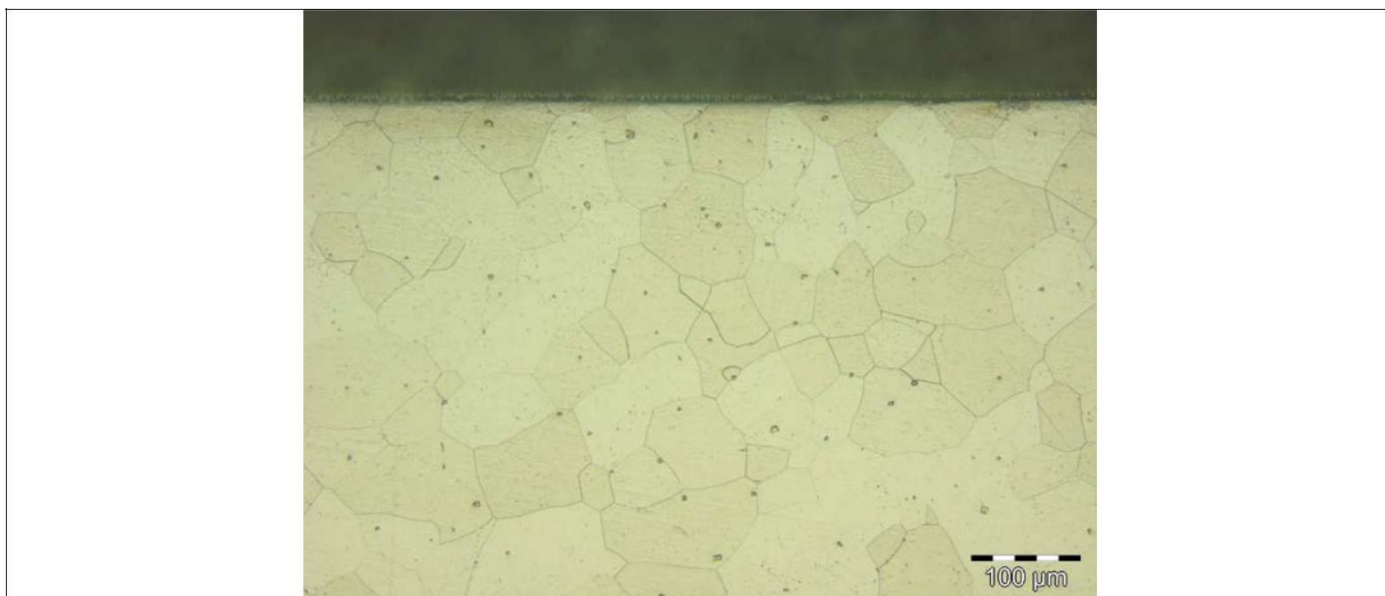
Registro fotográfico da região 2. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio"



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada após ataque químico mostra uma microestrutura composta por uma matriz ferrítica com presença de precipitados dispersos na matriz. Não foi evidenciada a presença de pites de corrosão.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	5,0	4,0	5,0	4,0	4,0	4,5

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 2.



# RELATÓRIO DE ENSAIO

N° PI1702971\_MET Rev. 0

V I A ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



112

**Normas de Referência:**

ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:**

Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
**CREA - 5068893570**  
**Coordenador de Laboratório**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente. Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório. Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório. A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation. *The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer. This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory. Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.* As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N**  
**SP - BR**

Ordem Comercial: **BR: 17058**

Material: **ASTM A36**

Documentos: **PPTA 44790 - PC 4504555992**

Data do Recebimento: **20/02/2017**

Data da conclusão: **22/02/2017**

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

Identificação SGS: **PI1702974.001**  
 Amostra: **LATERAL ESQUERDA (SENTIDO FLUXO DO TRANSPORTADOR)**  
**CP 05 - 9,75mm**

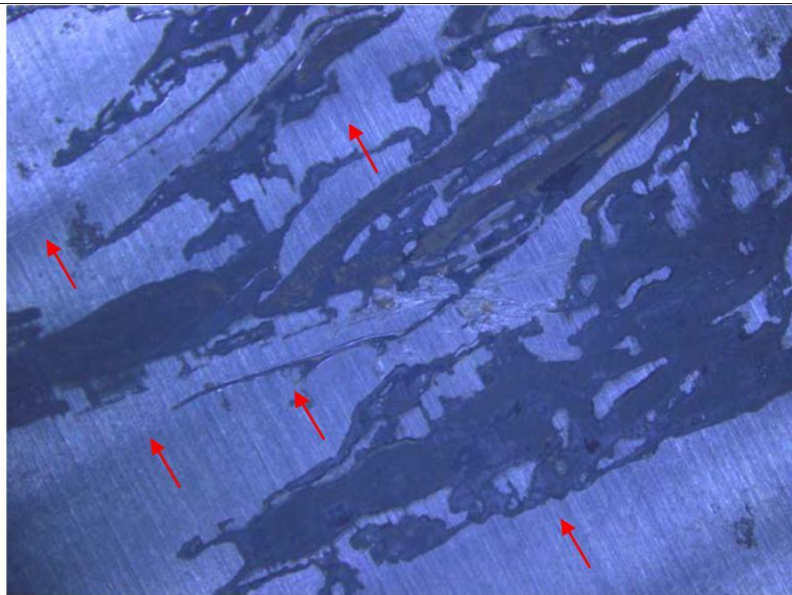
**Tipo de Ensaio: Metalográfico / Macrográfico**



**Figura 1**

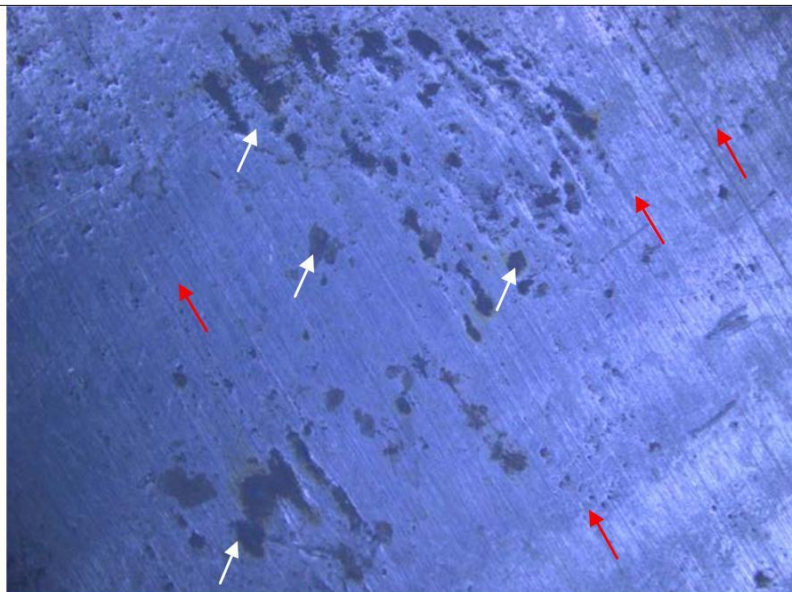
Registro fotográfico da amostra como recebida, as análises macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).





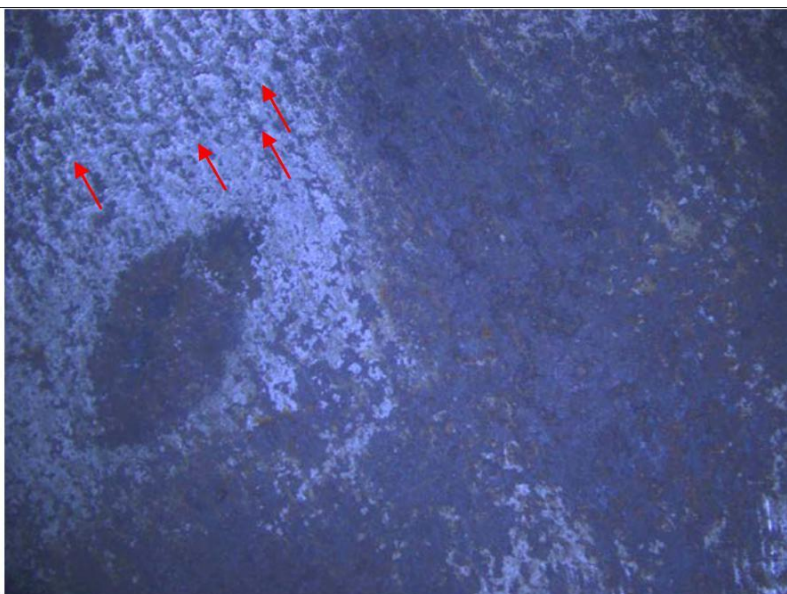
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Nota-se a presença de material impregnado na superfície da chapa. Nota-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



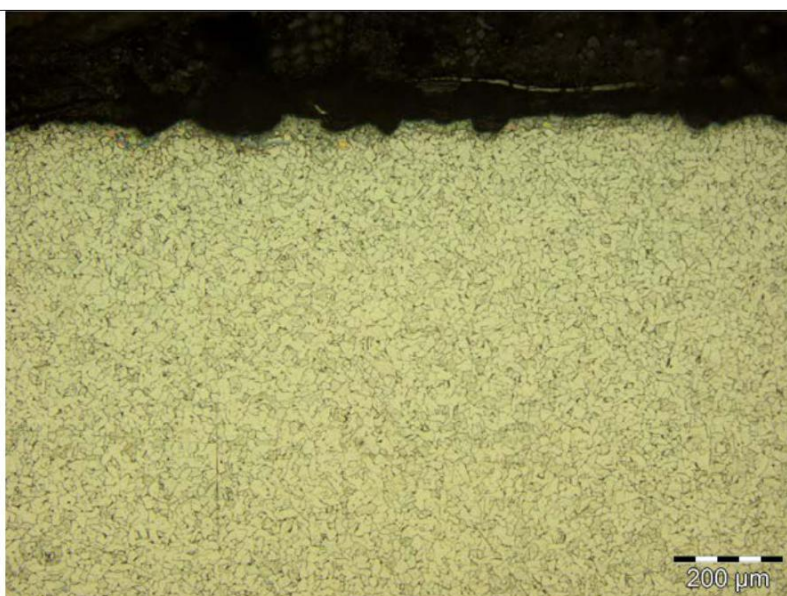
**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Nota-se a presença de pites de corrosão (setas brancas). Nota-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. . Nota-se a presença de corrosão. Nota-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 100X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada junto à superfície mostra uma microestrutura composta por uma matriz ferrítica com presença discreta de perlita. Nota-se a presença de pites de corrosão com profundidade 50 µm.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	7,0	7,0	8,0	7,0	8,0	7,5

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região visivelmente mais deteriorada, região 2.

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
**CREA - 5068893570**  
**Coordenador de Laboratório**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.

A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**



Informações fornecidas pelo solicitante

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N  
 SP - BR  
**Ordem Comercial:** BR: 17058  
**Material:** Hardox 450  
**Documentos:** PPTA 44790 - PC 4504555992  
**Data do Recebimento:** 20/02/2017  
**Data da conclusão:** 22/02/2017

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

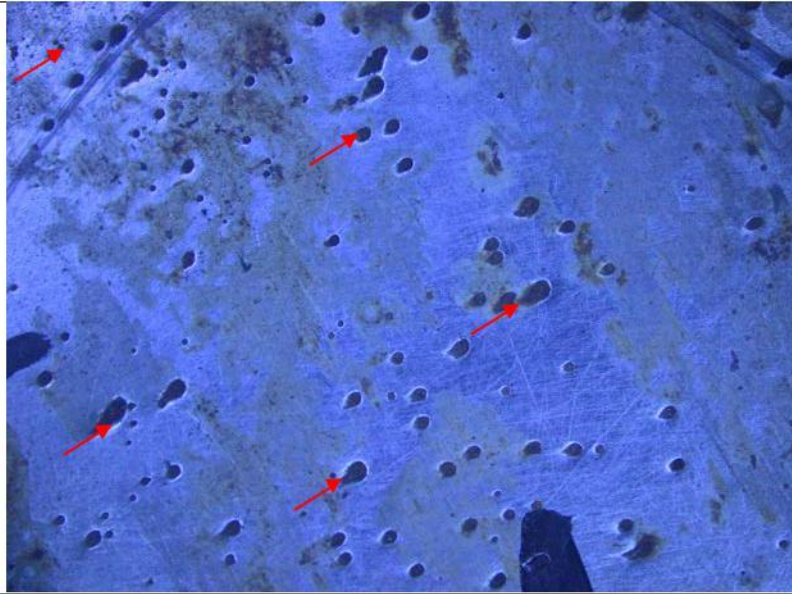
**Identificação SGS:** PI1702977.001  
**Amostra:** LATERAL DIREITA - NIVELADOR (SENTIDO FLUXO DO TRANSPORTADOR)  
 CP 06 - 12,1mm

**Tipo de Ensaio:** Metalográfico / Macrográfico



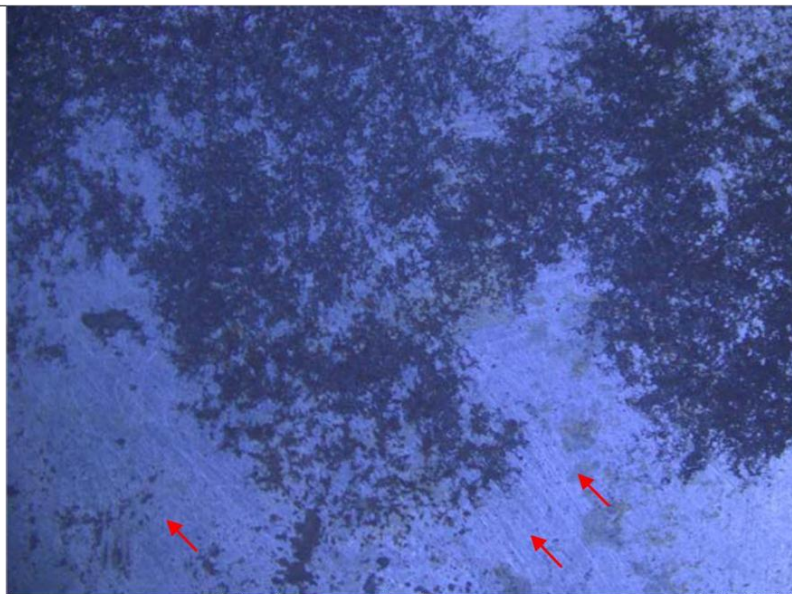
**Figura 1**

Registro fotográfico da amostra como recebida, as análise macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).



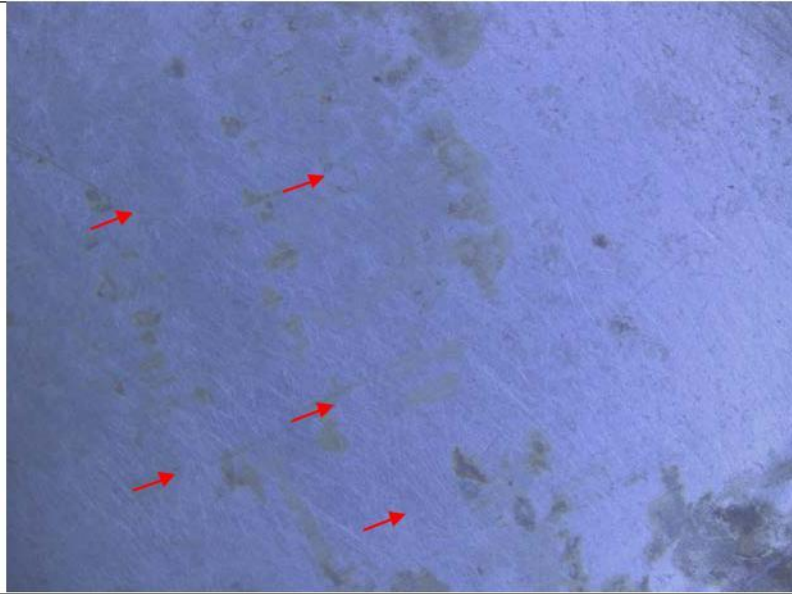
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Verifica-se a presença de pites de corrosão (setas)



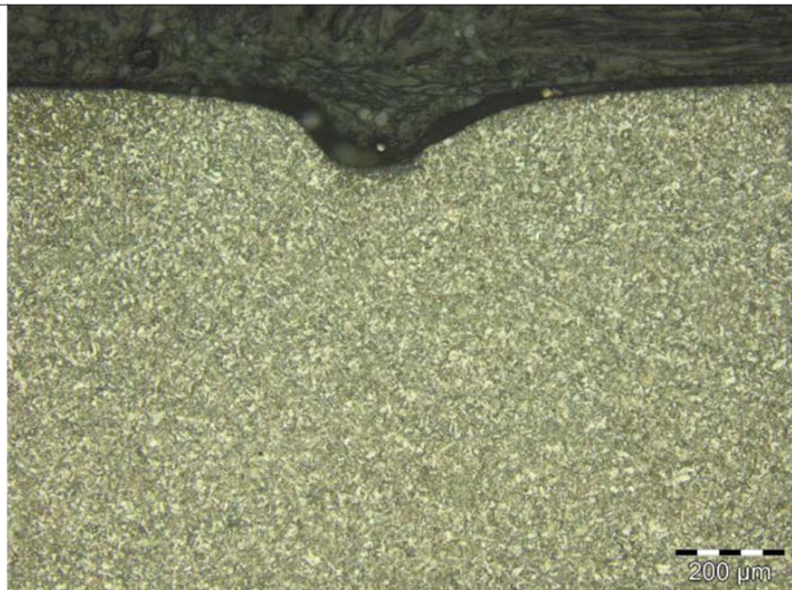
**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Nota-se a presença de oxidação. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada junto à superfície mostra uma microestrutura composta por uma matriz martensítica. Foi evidenciada a presença de pite de corrosão com 120 µm.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	8,0	8,0	7,0	8,0	8,0	8,0

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 1.





# RELATÓRIO DE ENSAIO

Nº PI1702977\_MET Rev. 0  
VIA ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



120

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

Eng.º Rodrigo F. Metler  
CREA - 5068893570  
Coordenador de Laboratório

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.  
As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.  
Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.  
Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.  
A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.  
*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*  
*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*  
*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*  
As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.  
The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter  
This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**





**RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**N° PI1702981\_MET Rev. 0**  
**VIA ORIGINAL**

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



121

Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N**  
**SP - BR**

Ordem Comercial: **BR: 17058**

Material: **AISI 410D**

Documentos: **PPTA 44790 - PC 4504555992**

Data do Recebimento: **20/02/2017**

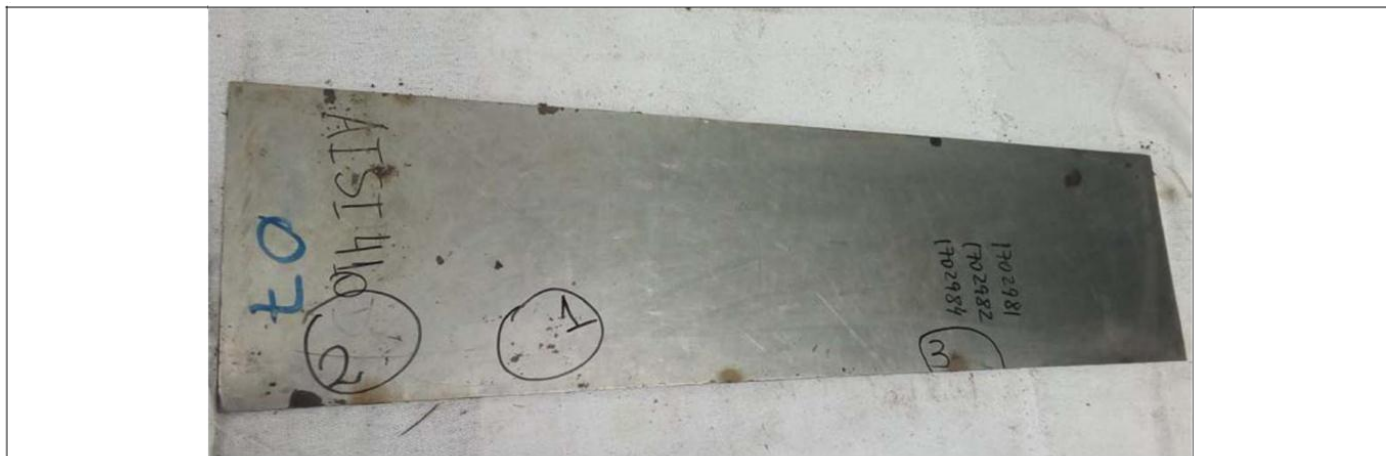
Data da conclusão: **22/02/2017**

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

Identificação SGS: **PI1702981.001**

Amostra: **LATERAL DIREITA - NIVELADOR (SENTIDO FLUXO DO TRANSPORTADOR)**  
**CP 07 - 4,0mm**

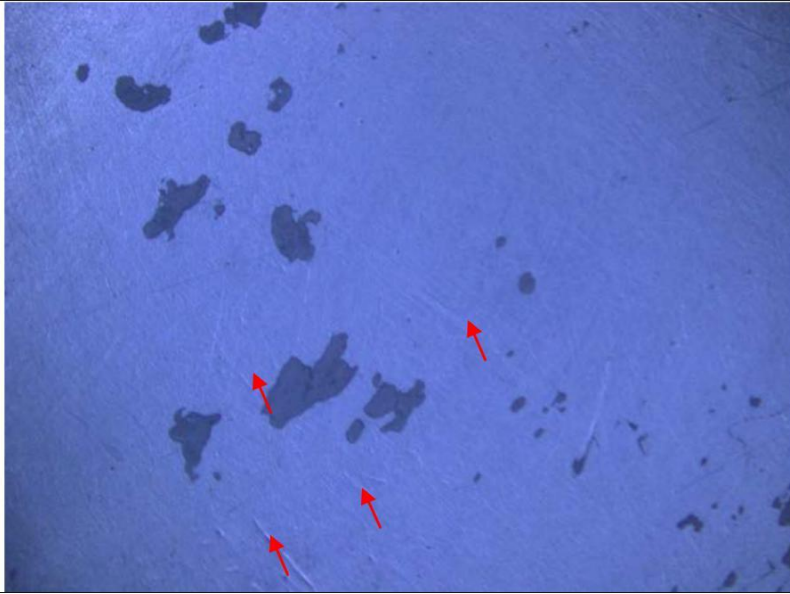
**Tipo de Ensaio: Metalográfico / Macrográfico**



**Figura 1**

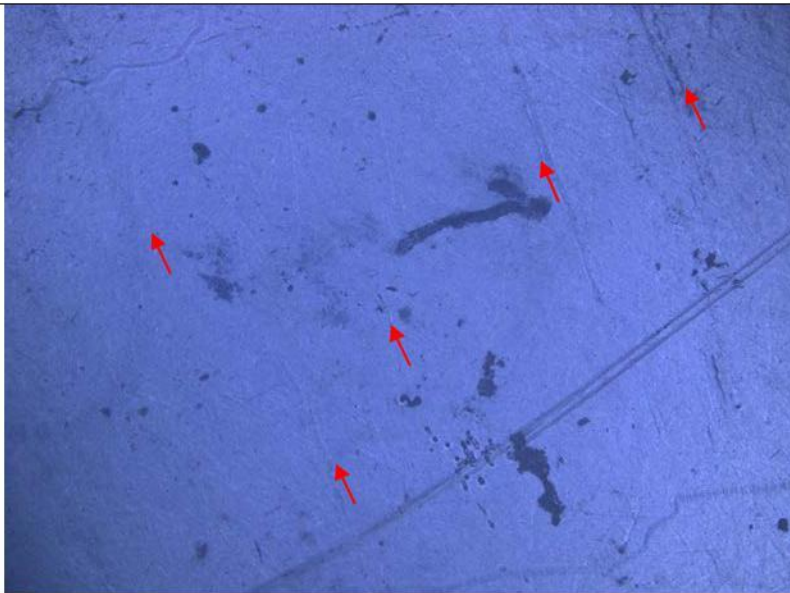
Registro fotográfico da amostra como recebida, as análises macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).

*"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio"*



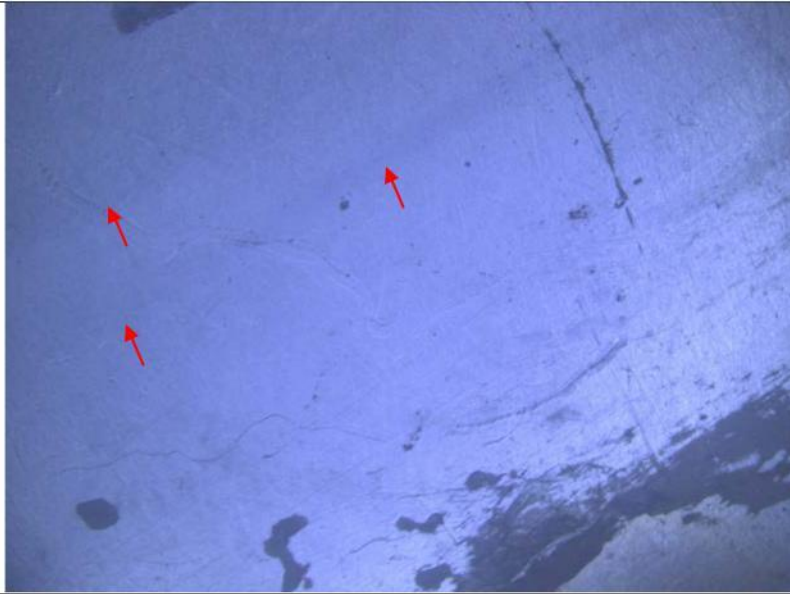
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas) e presença de material impregnado na superfície da chapa (regiões escuras).



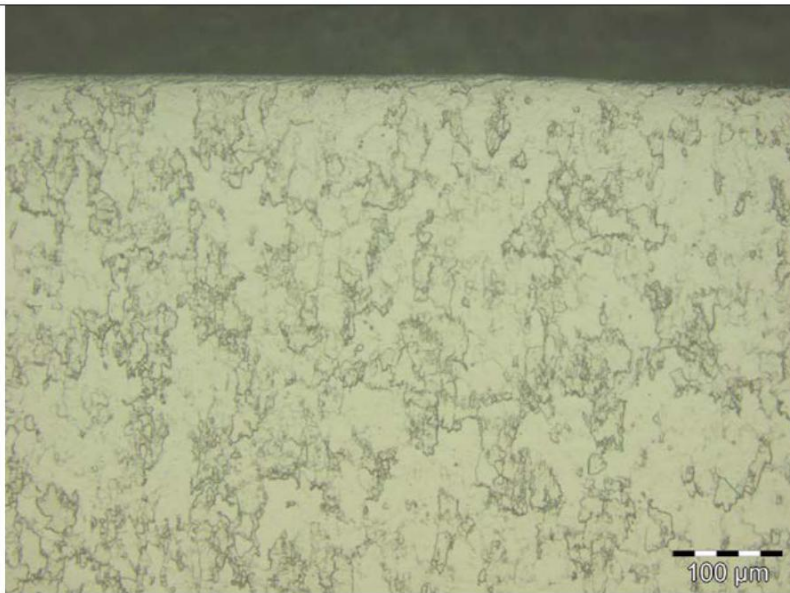
**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada após ataque químico mostra uma microestrutura composta por uma matriz ferrítica. Não foi evidenciada a presença de pites de corrosão.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	7,0	6,0	7,0	8,0	7,0	7,0

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 2.

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
**CREA - 5068893570**  
**Coordenador de Laboratório**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente. Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório. Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório. A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**



Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A  
SIT PARÁLCOOL S/N  
SP - BR**  
 Ordem Comercial: **BR: 17058**  
 Material: **AISI 304**  
 Documentos: **PPTA 44790 - PC 4504555992**  
 Data do Recebimento: **20/02/2017**  
 Data da conclusão: **22/02/2017**

### ANÁLISE MICROGRÁFICA

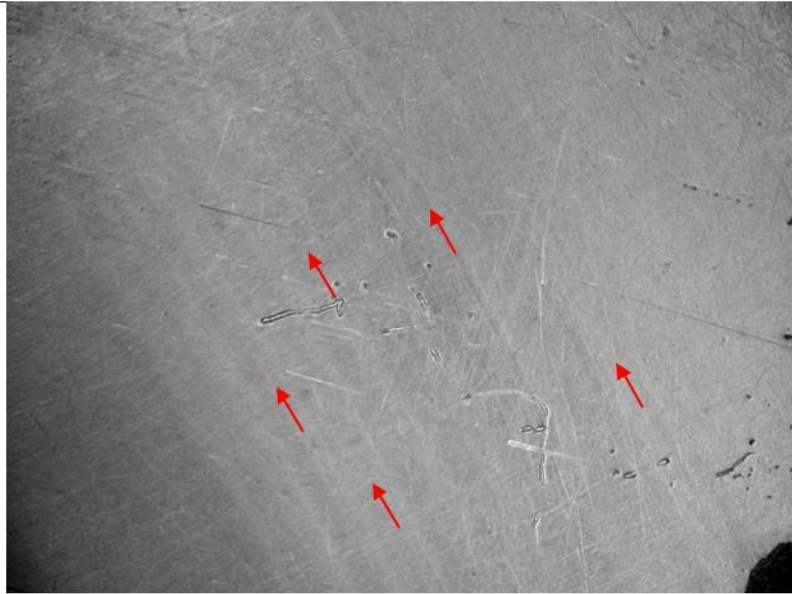
Identificação SGS: **PI1702985.001**  
 Amostra:

**Tipo de Ensaio: Metalográfico / Macrográfico**



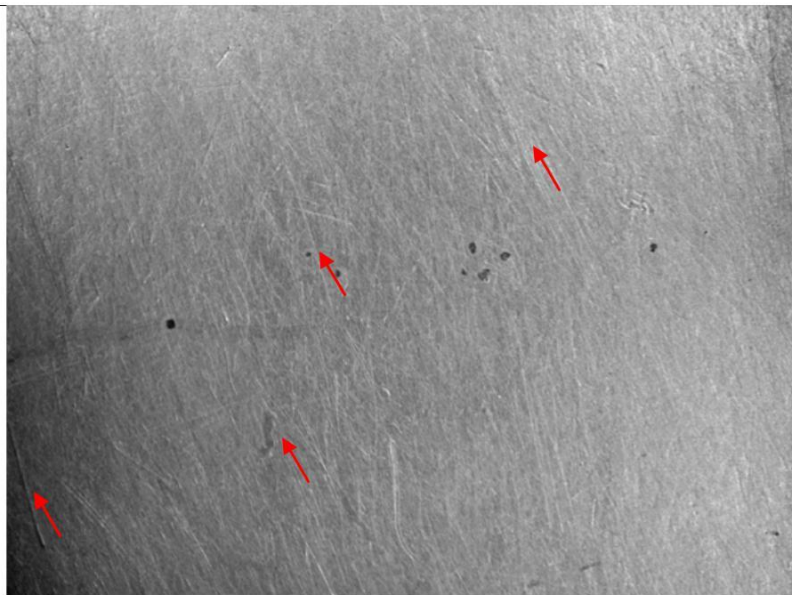
**Figura 1**

Registro fotográfico da amostra como recebida, as análises macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).



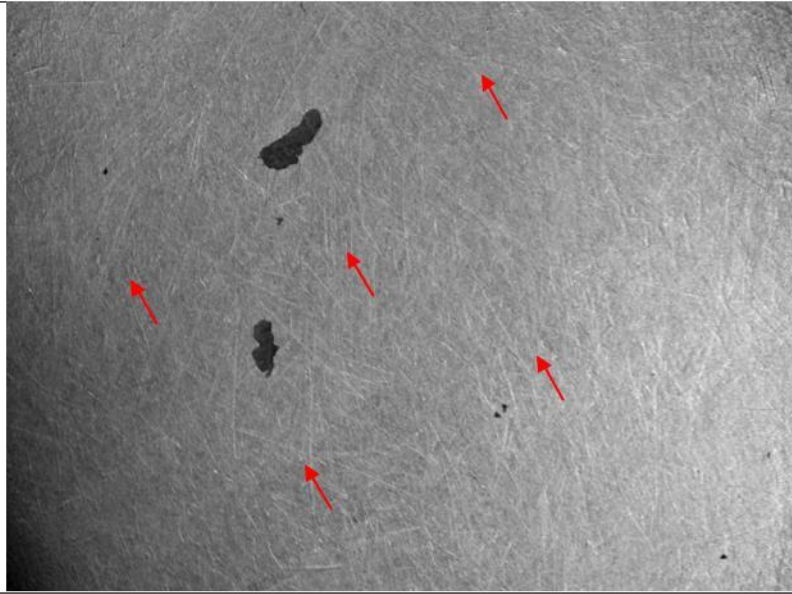
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Nota-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Nota-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Nota-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada após ataque químico mostra uma microestrutura típica de um aço inoxidável austenítico, composta por uma matriz austenítica. Foi evidenciada a presença ferrita delta e martensita induzida por deformação.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	6,0	5,0	7,0	6,0	6,0	6,0

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 1.



**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
**CREA - 5068893570**  
**Coordenador de Laboratório**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.  
As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.  
Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.  
Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.  
A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.  
*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*  
*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*  
*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*  
As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.  
The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter  
This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

### Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A  
SIT PARÁLCOOL S/N  
SP - BR**

Ordem Comercial: **BR: 17058**

Material: **AISI 439**

Documentos: **PPTA 44790 - PC 4504555992**

Data do Recebimento: **20/02/2017**

Data da conclusão: **22/02/2017**

## ANÁLISE MICROGRÁFICA

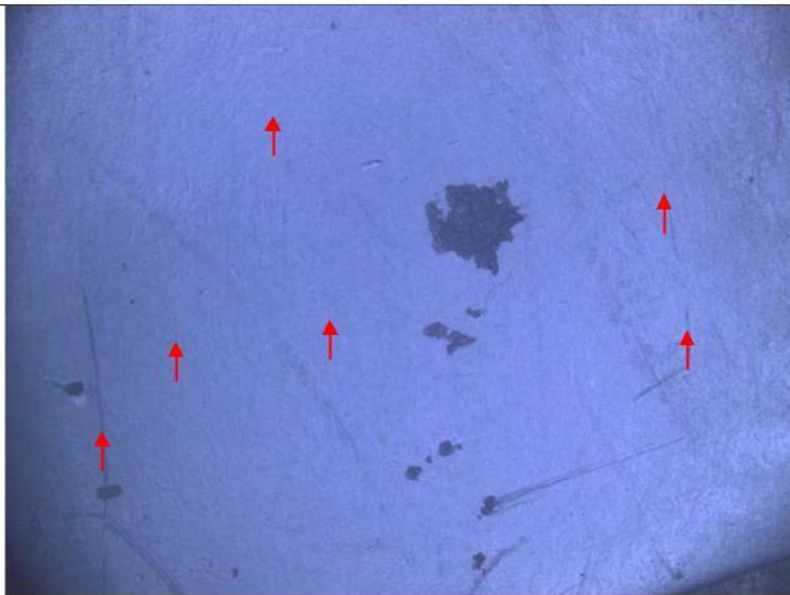
Identificação SGS: **PI1702988.001**  
Amostra: **LATERAL DIREITA - NIVELADOR (SENTIDO FLUXO DO TRANSPORTADOR)  
CP 09 - 5,0mm**

**Tipo de Ensaio: Metalográfico / Macrográfico**



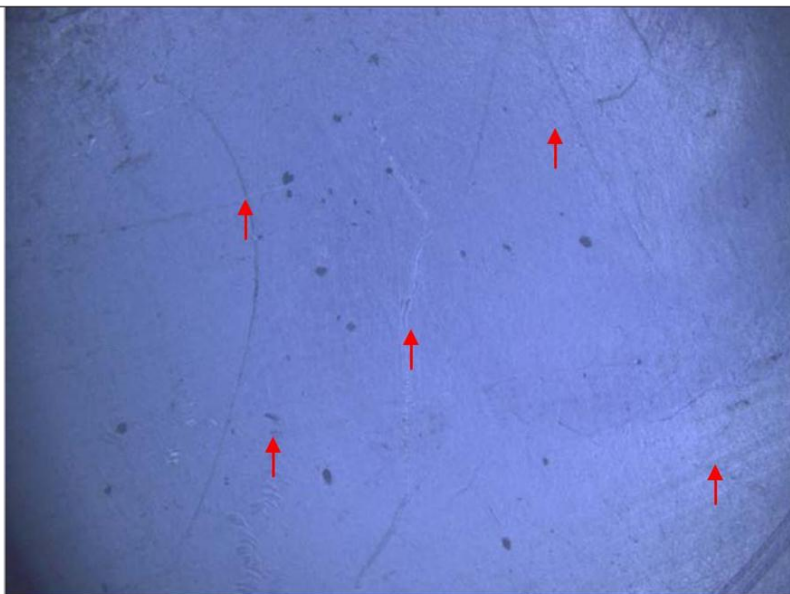
**Figura 1**

Registro fotográfico da amostra como recebida, as análises macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).



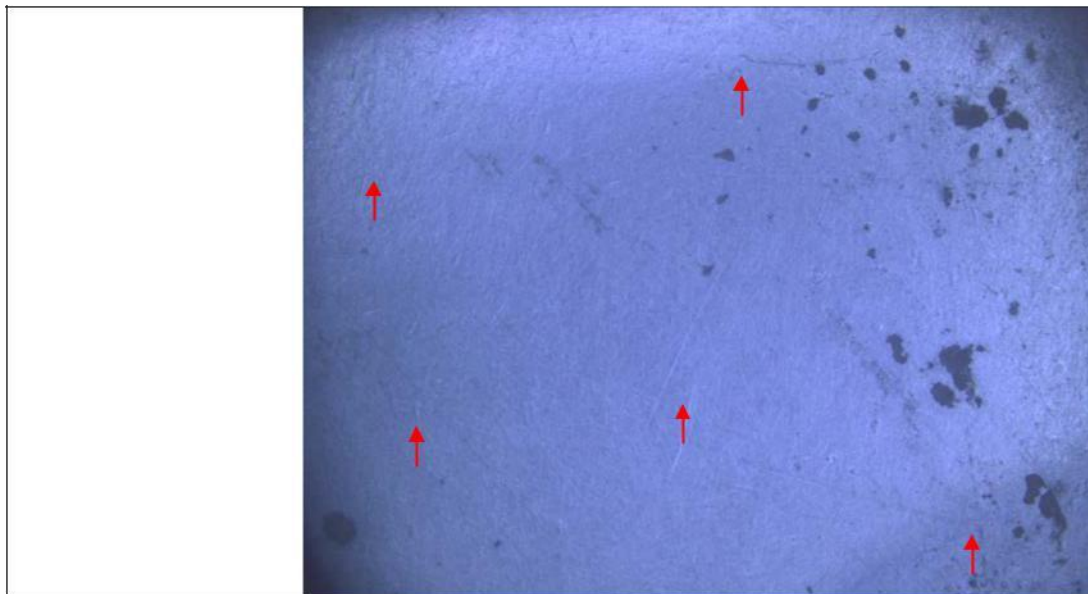
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



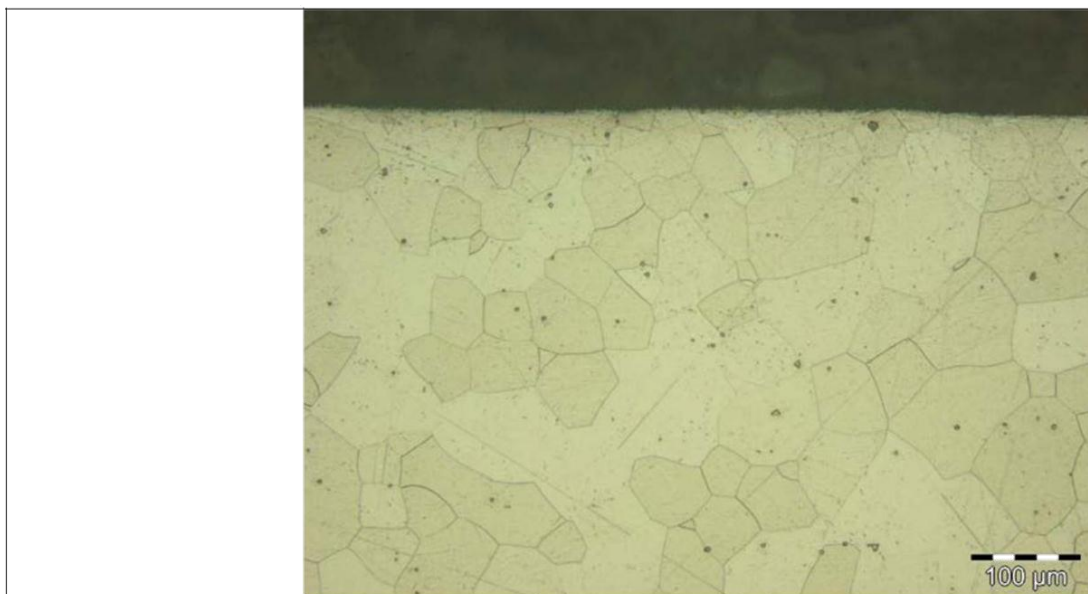
**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada após ataque químico mostra uma microestrutura composta por uma matriz ferrítica com presença de precipitados dispersos na matriz. Não foi evidenciada a presença de pites de corrosão.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	5,0	4,0	4,0	5,0	4,0	4,5

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 3.



**RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**N° PI1702988\_MET Rev. 0**  
**VIA ORIGINAL**

*"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"*



132

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
**CREA - 5068893570**  
**Coordenador de Laboratório**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente. Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório. Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório. A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**



## Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A  
SIT PARÁLCOOL S/N  
SP - BR**

Ordem Comercial: **BR: 17058**

Material: **ASTM A36**

Documentos: **PPTA 44790 - PC 4504555992**

Data do Recebimento: **20/02/2017**

Data da conclusão: **22/02/2017**

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

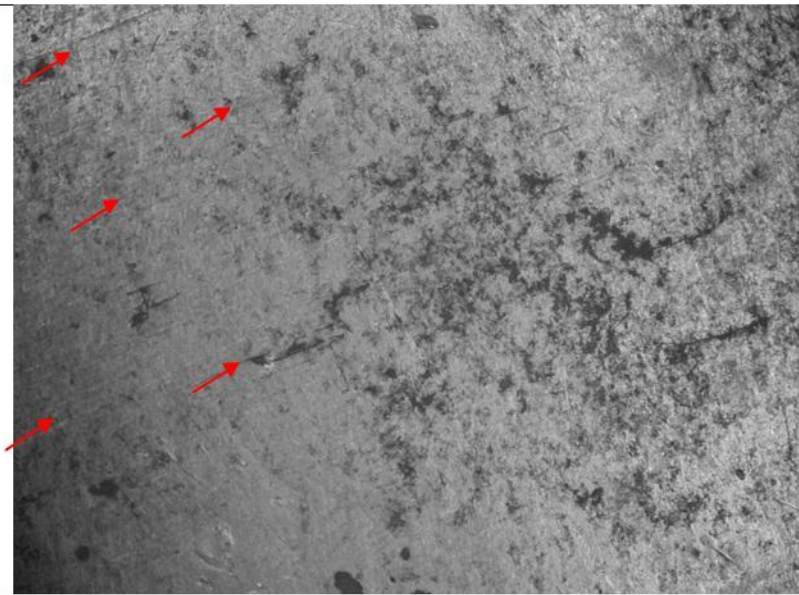
Identificação SGS: **PI1702991.001**

Amostra: **LATERAL DIREITA - NIVELADOR (SENTIDO FLUXO DO TRANSPORTADOR)  
CP 10 - 9,75mm**

**Tipo de Ensaio: Metalográfico / Macrográfico**

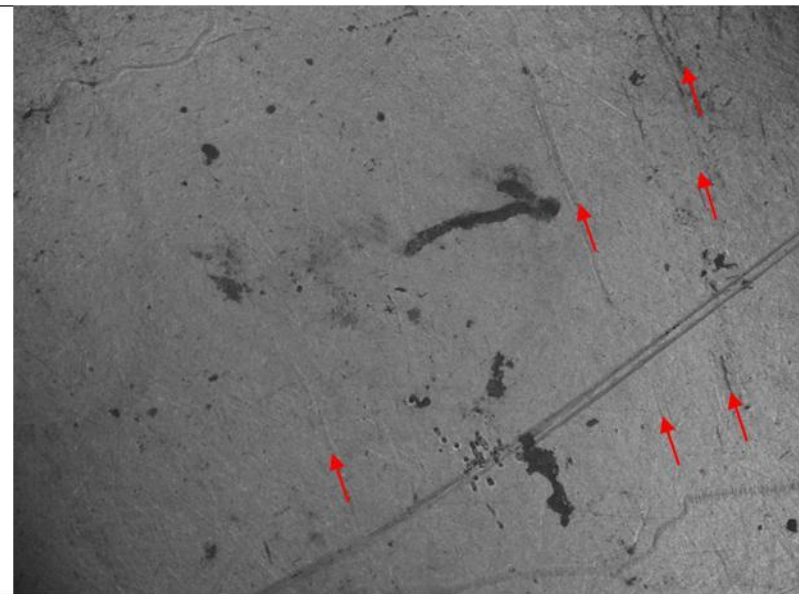
**Figura 1**

Registro fotográfico da amostra como recebida, as análises macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).



**Figura 2**

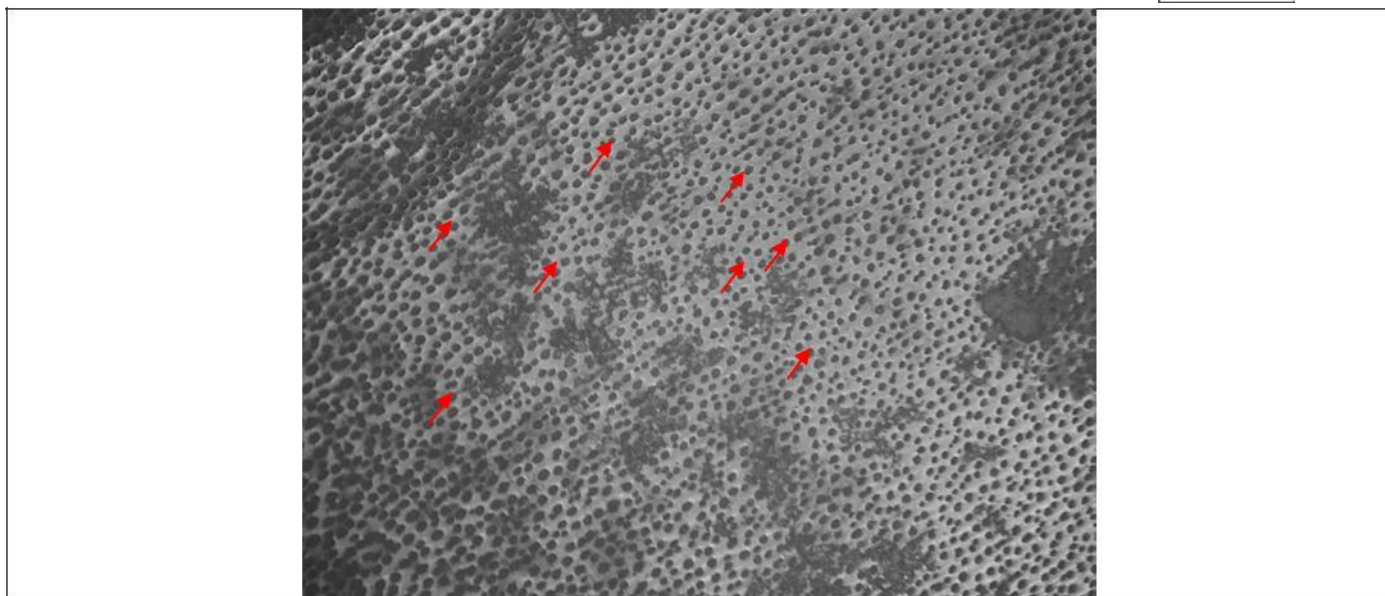
Registro fotográfico da região 1. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

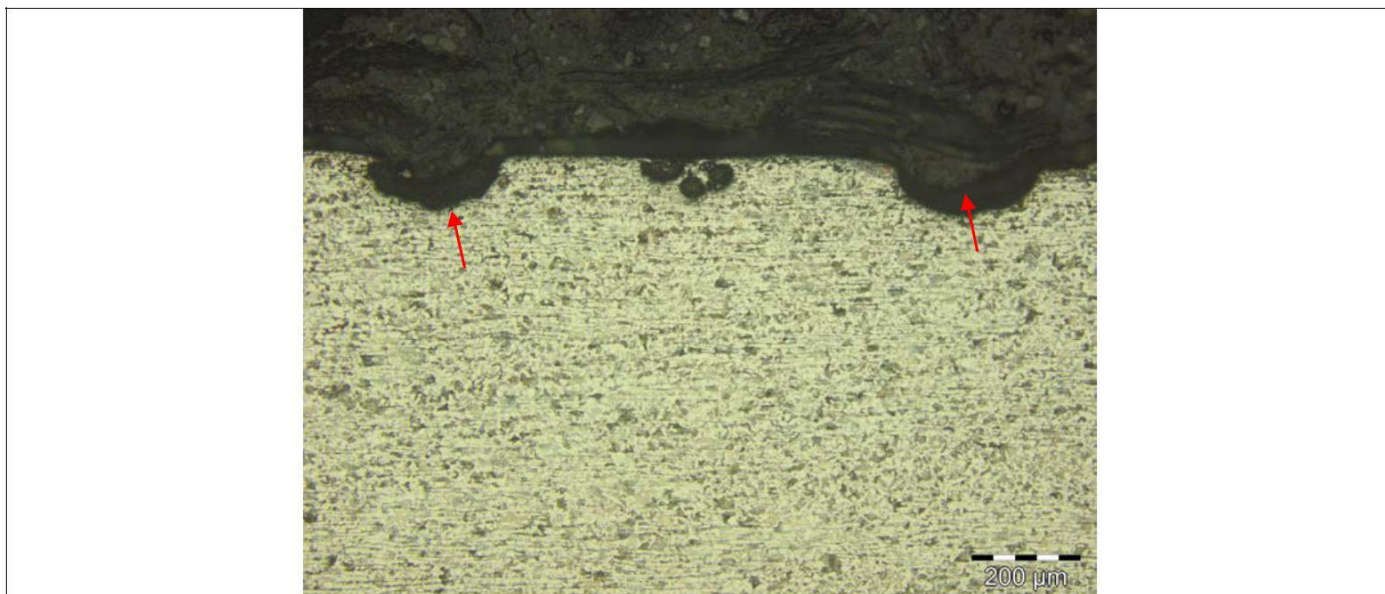
Registro fotográfico da região 2. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).





**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Verifica-se a presença de pites de corrosão (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 100X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada junto à superfície mostra uma microestrutura composta por uma matriz ferrítica com presença de perlita. Nota-se a presença de pites de corrosão com cerca de 100 µm de profundidade (setas)

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	8,0	8,0	7,0	8,0	8,0	8,0

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 3.



# RELATÓRIO DE ENSAIO

Nº PI1702991\_MET Rev. 0  
VIA ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



136

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
**CREA - 5068893570**  
**Coordenador de Laboratório**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente. Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório. Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório. A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation. *The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer. This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory. Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.* As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N**  
**SP - BR**

Ordem Comercial: **BR: 17058**

Material: **Hardox 450**

Documentos: **PPTA 44790 - PC 4504555992**

Data do Recebimento: **20/02/2017**

Data da conclusão: **22/02/2017**

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

Identificação SGS: **PI1702996.001**  
 Amostra: **FRONTAL - NIVELADOR (LANÇAMENTO DE CANA PELO NIVELADOR)**  
**CP 11 - 12,1mm**

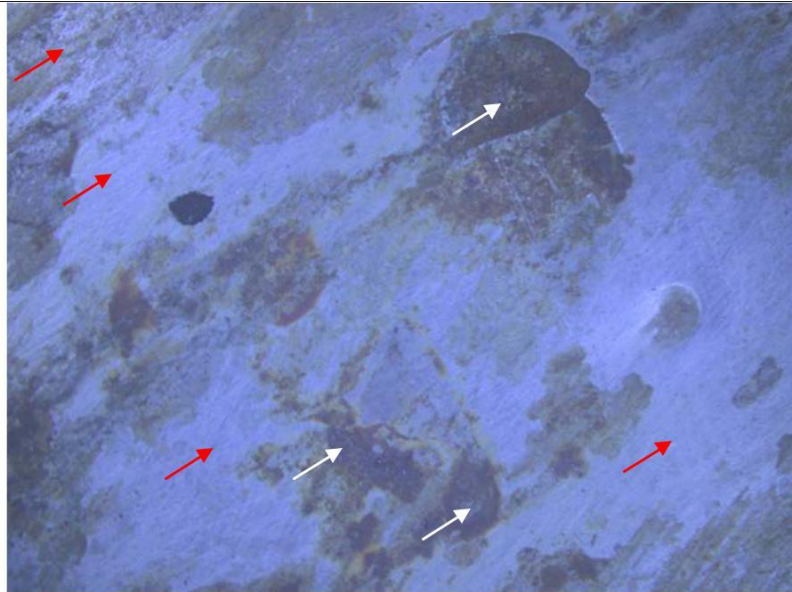
**Tipo de Ensaio: Metalográfico / Macrográfico**



**Figura 1**

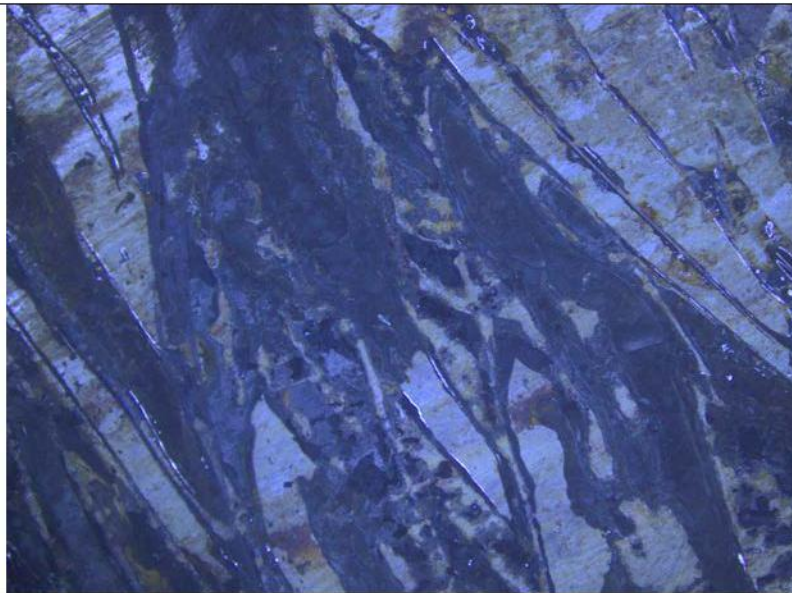
Registro fotográfico da amostra como recebida, as análise macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).





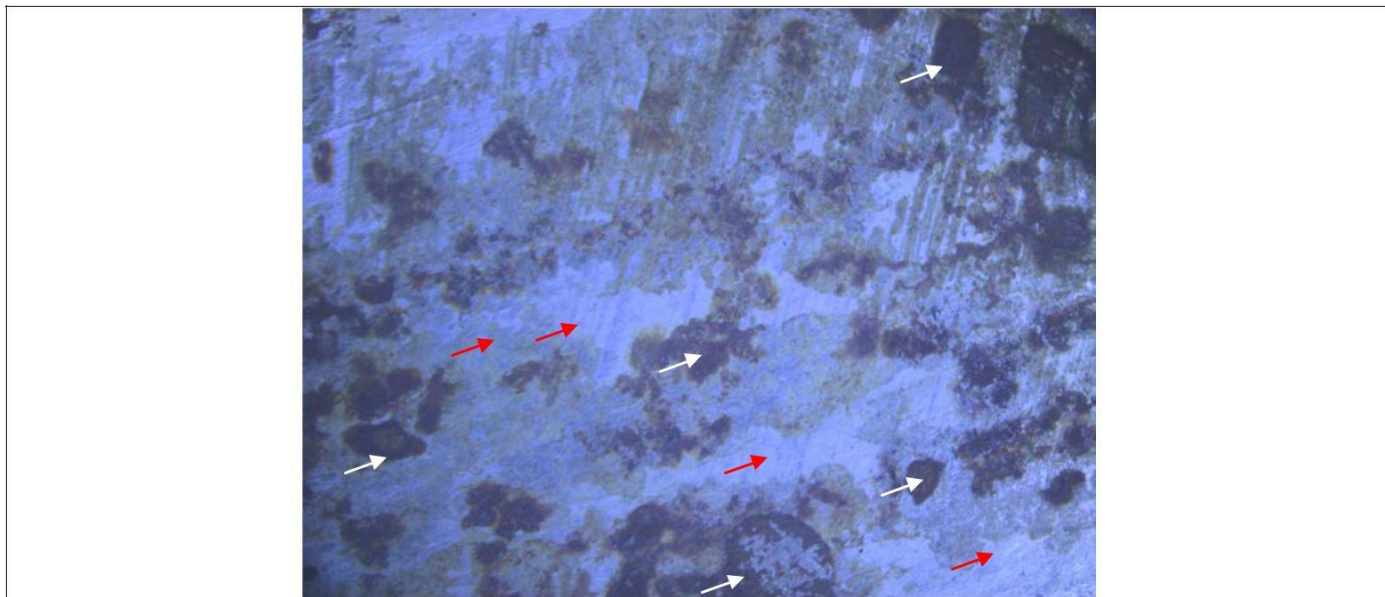
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Nota-se a presença de pontos de oxidação (setas brancas), com uma superfície lisa com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



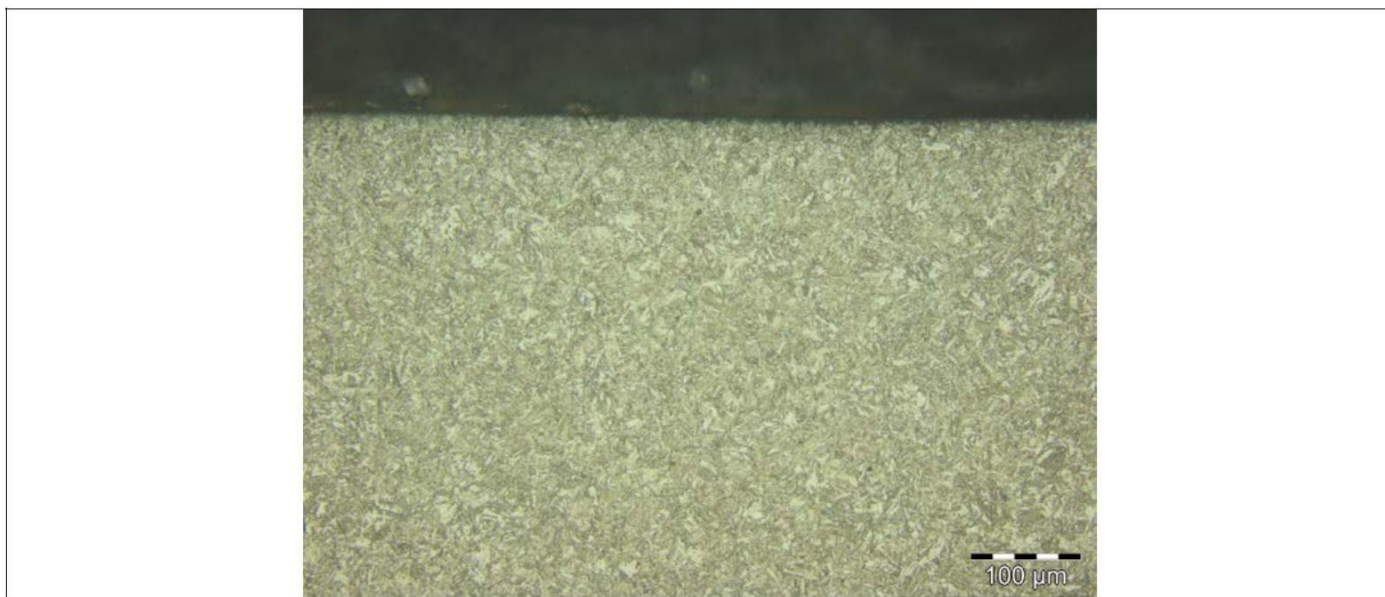
**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Nota-se a presença de material impregnado na superfície da chapa.



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Nota-se a presença de pontos de oxidação (setas brancas), com uma superfície lisa com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada junto à superfície mostra uma microestrutura composta por uma matriz martensítica. Não foi evidenciada a presença de pites de corrosão. Não foi evidenciada a presença de pites de corrosão.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	8,0	8,0	7,0	7,0	7,0	7,5

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 3.

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
**CREA - 5068893570**  
**Coordenador de Laboratório**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente. Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório. Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório. A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**



**Informações fornecidas pelo solicitante**

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A  
SIT PARÁLCOOL S/N  
SP - BR**

Ordem Comercial: **BR: 17058**

Material: **AISI 410D**

Documentos: **PPTA 44790 - PC 4504555992**

Data do Recebimento: **20/02/2017**

Data da conclusão: **22/02/2017**

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

Identificação SGS: **PI1703000.001**

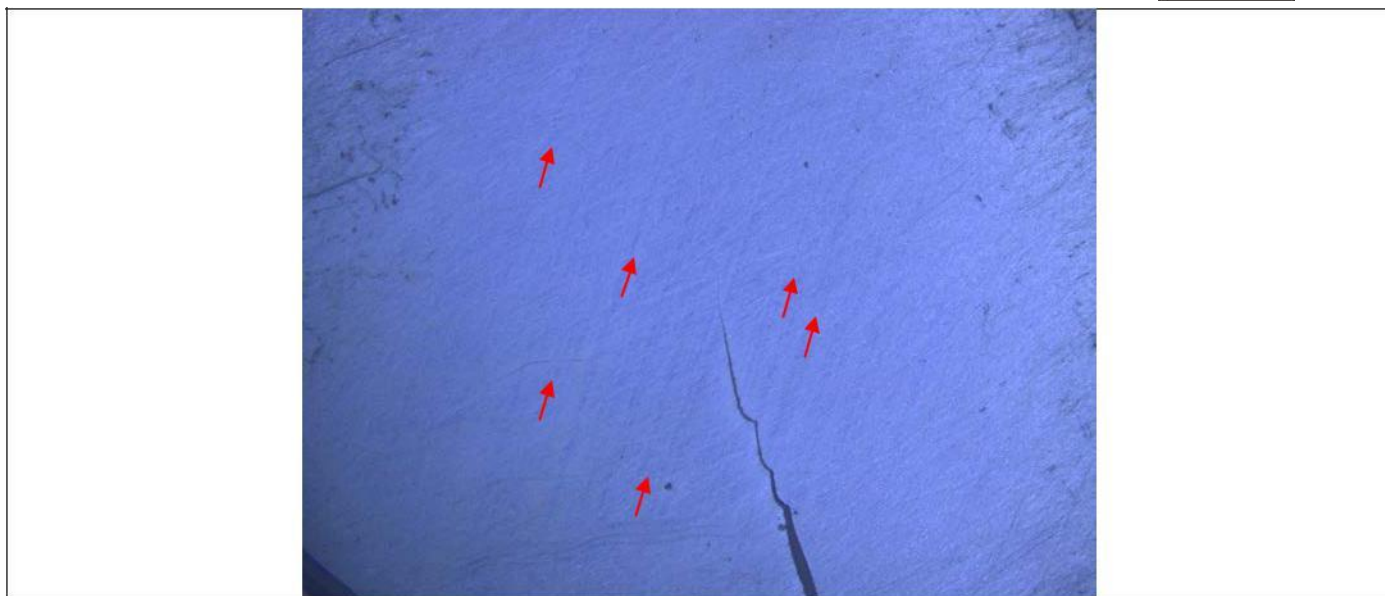
Amostra: **FRONTAL - NIVELADOR (LANÇAMENTO DE CANA PELO NIVELADOR)  
CP 12 - 4,0mm**

**Tipo de Ensaio: Metalográfico / Macrográfico**

**Figura 1**

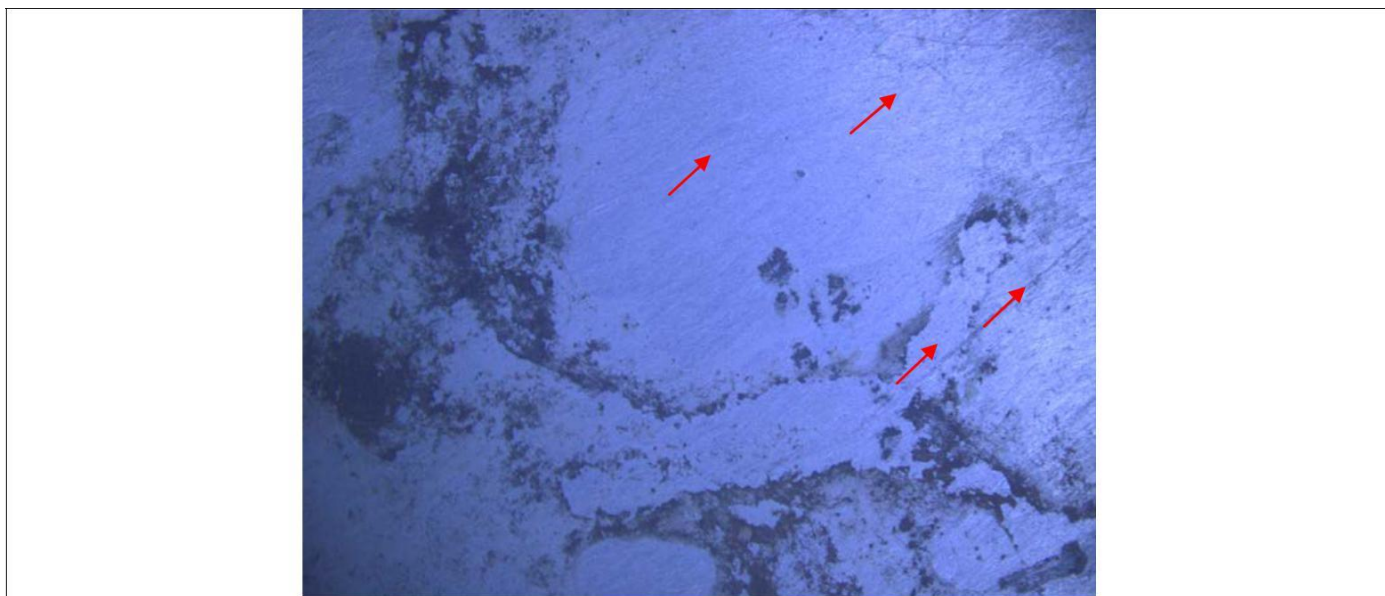
Registro fotográfico da amostra como recebida, as análises macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).





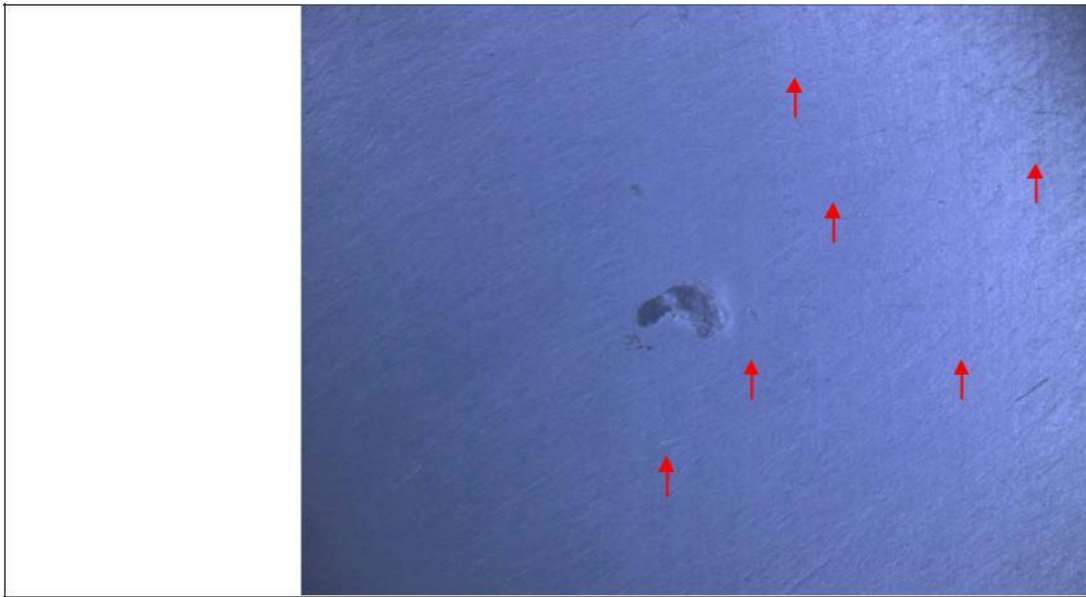
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas) e presença de material impregnado na superfície da chapa.



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada após ataque químico mostra uma microestrutura composta por uma matriz essencialmente ferrítica. Não foi evidenciada a presença de pites de corrosão.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	10,0	9,0	9,0	9,0	10,0	9,5

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 2.



**RELATÓRIO DE ENSAIO**  
**Nº PI1703000\_MET Rev. 0**  
**VIA ORIGINAL**

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



144

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
**CREA - 5068893570**  
**Coordenador de Laboratório**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente. Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório. Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório. A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

### Informações fornecidas pelo solicitante

**Cliente:** RAIZEN PARAGUACU S/A  
 SIT PARÁLCOOL S/N  
 SP - BR  
**Ordem Comercial:** BR: 17058  
**Material:** AISI 304  
**Documentos:** PPTA 44790 - PC 4504555992  
**Data do Recebimento:** 20/02/2017  
**Data da conclusão:** 22/02/2017

## ANÁLISE MICROGRÁFICA

**Identificação SGS:** PI1703002.001  
**Amostra:** FRONTAL - NIVELADOR (LANÇAMENTO DE CANA PELO NIVELADOR)  
 CP 13 - 6,35mm

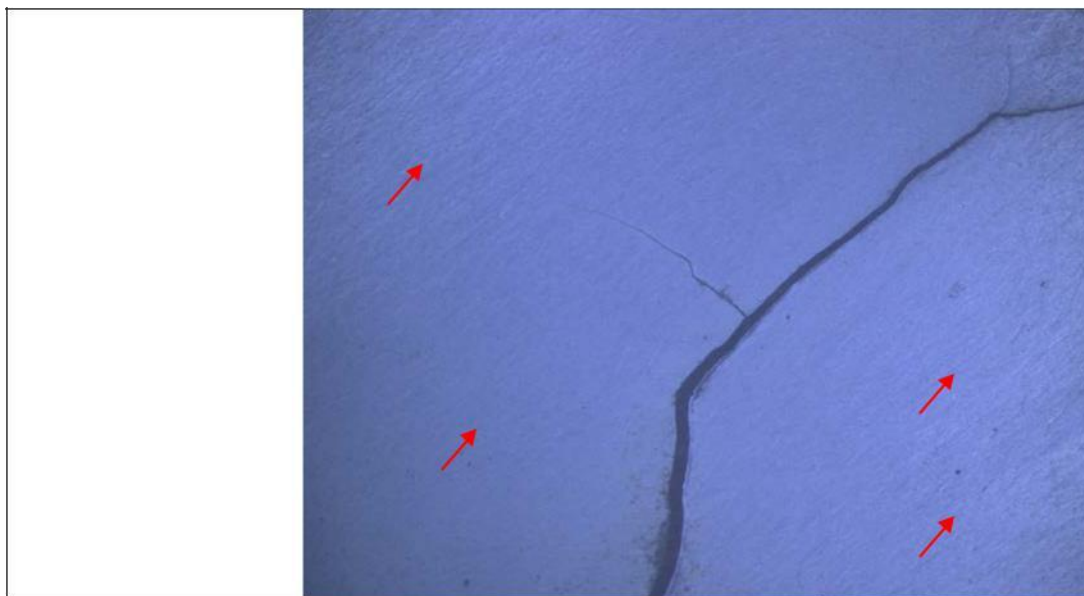
**Tipo de Ensaio:** Metalográfico / Macrográfico



**Figura 1**

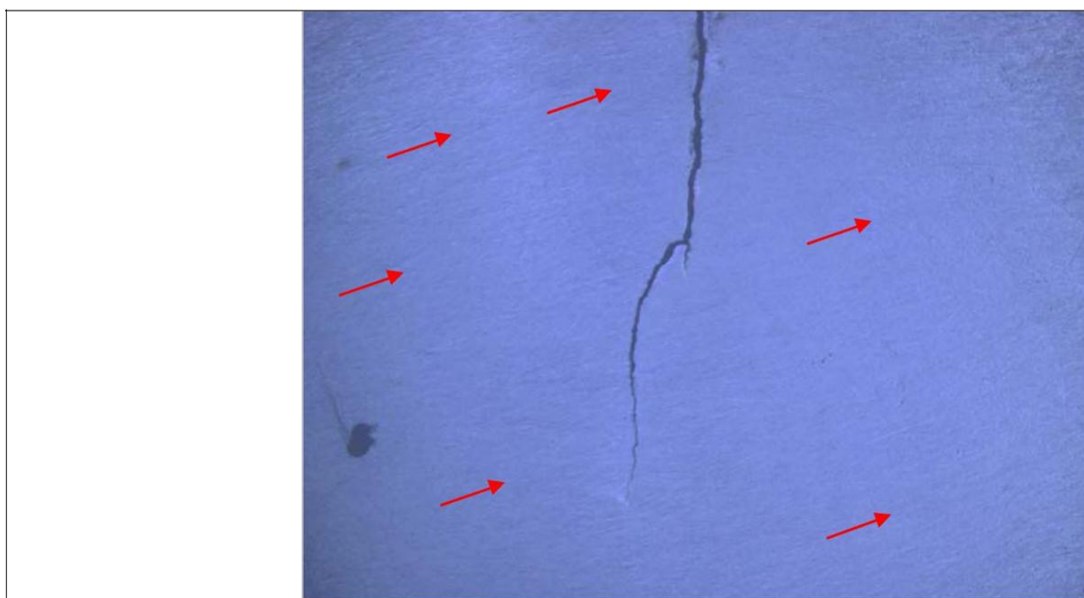
Registro fotográfico da amostra como recebida, as análises macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).





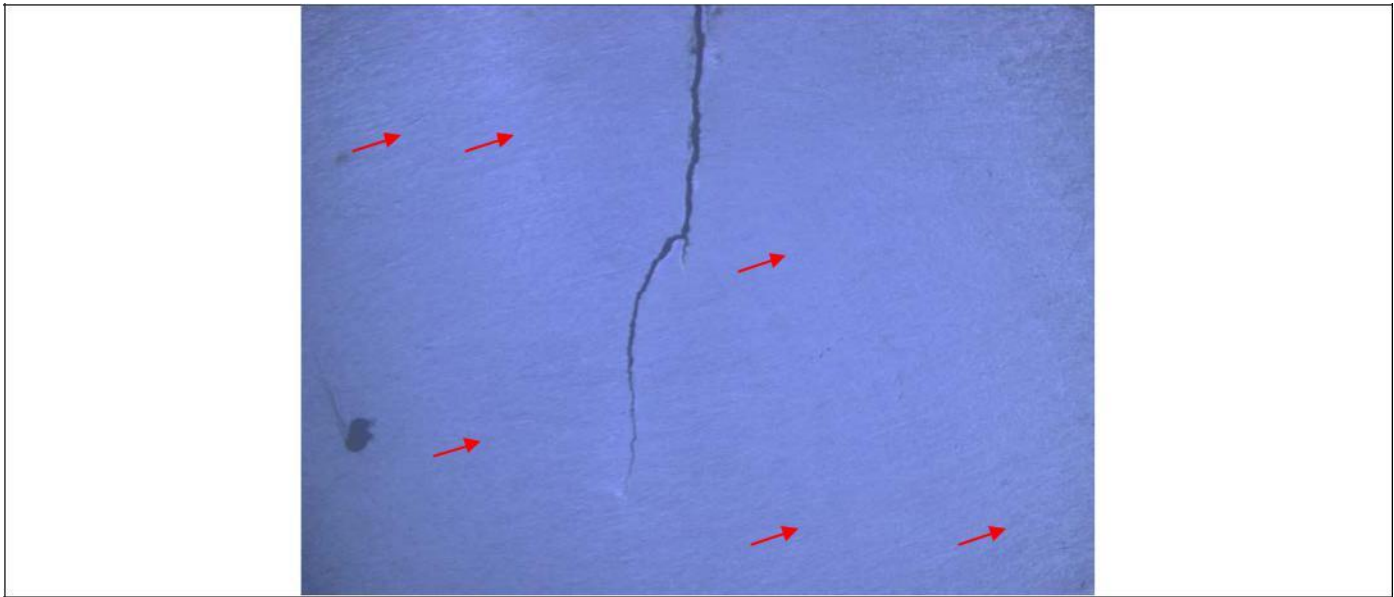
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



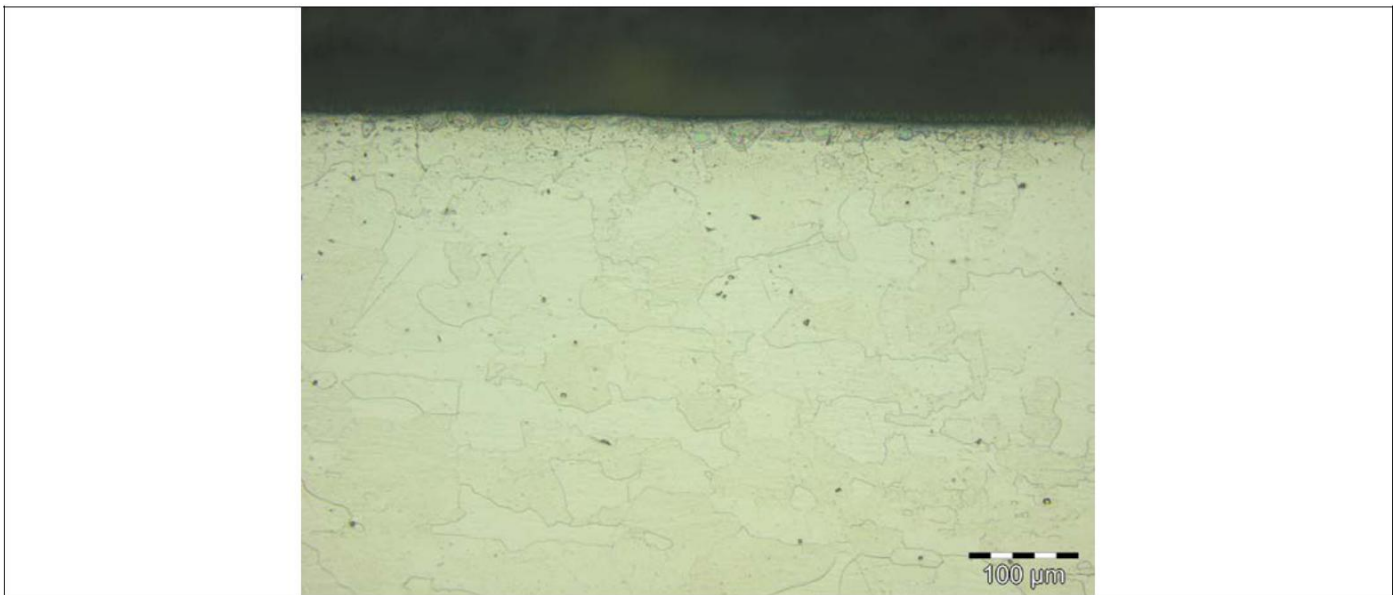
**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada após ataque químico mostra uma microestrutura composta por uma matriz ferrítica com presença de carbonetos dispersos. Não foi evidenciada a presença de pites de corrosão.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	5,0	4,0	4,0	4,0	5,0	4,5

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 2.





# RELATÓRIO DE ENSAIO

Nº PI1703002\_MET Rev. 0  
VIA ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



148

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

Eng.º Rodrigo F. Metler  
CREA - 5068893570  
Coordenador de Laboratório

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente. Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório. Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório. A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

ESTEIO/RS: Rua Liberdade, 64 Sala 3 – Vila Rica – Esteio/RS – CEP: 93265-080 – Tel./Fax: (51) 3458-5911  
SÃO CAETANO DO SUL/ SP: Avenida Goiás, 2600 – Barcelona – São Caetano do Sul/SP – CEP: 09550-051 – Tel./Fax: (11)2086-9090  
PIRACICABA/SP: Rua João Leonardo Fustaino, 201 – Distrito Industrial Uninorte – Piracicaba/SP – CEP: 13413-102 Tel./ Fax: (19) 3917-1670/ 3433-1091  
CABO STO AGOSTINHO/PE: Rod PE-60, KM 1501 ao KM 3201 Lado Impar 2635, - Garapu - Cabo de Sto Agostinho/PE - CEP: 54.518-343 – Tel: (55) 081 2129-3266



# RELATÓRIO DE ENSAIO

Nº PI1703005\_MET Rev. 0

VIA ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



149

## Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A  
SIT PARÁLCOOL S/N  
SP - BR**

Ordem Comercial: **BR: 17058**

Material: **AISI 439**

Documentos: **PPTA 44790 - PC 4504555992**

Data do Recebimento: **20/02/2017**

Data da conclusão: **22/02/2017**

## ANÁLISE MICROGRÁFICA

Identificação SGS: **PI1703005.001**

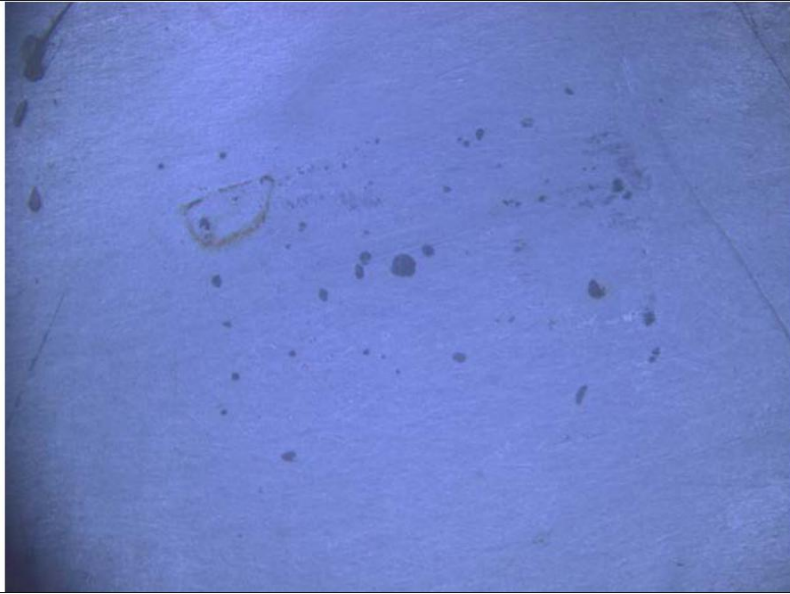
Amostra: **FRONTAL - NIVELADOR (LANÇAMENTO DE CANA PELO NIVELADOR)  
CP 14 - 5,0mm**

**Tipo de Ensaio: Metalográfico / Macrográfico**



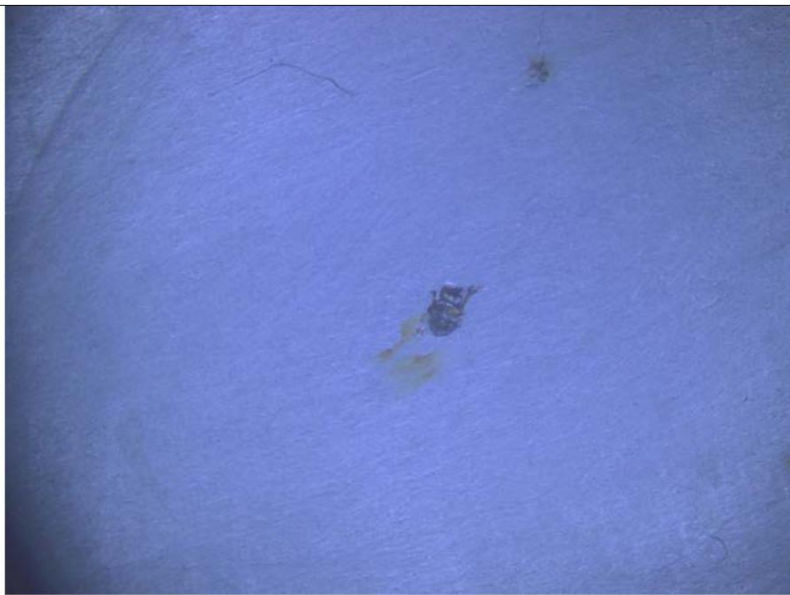
**Figura 1**

Registro fotográfico da amostra como recebida, as análises macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).



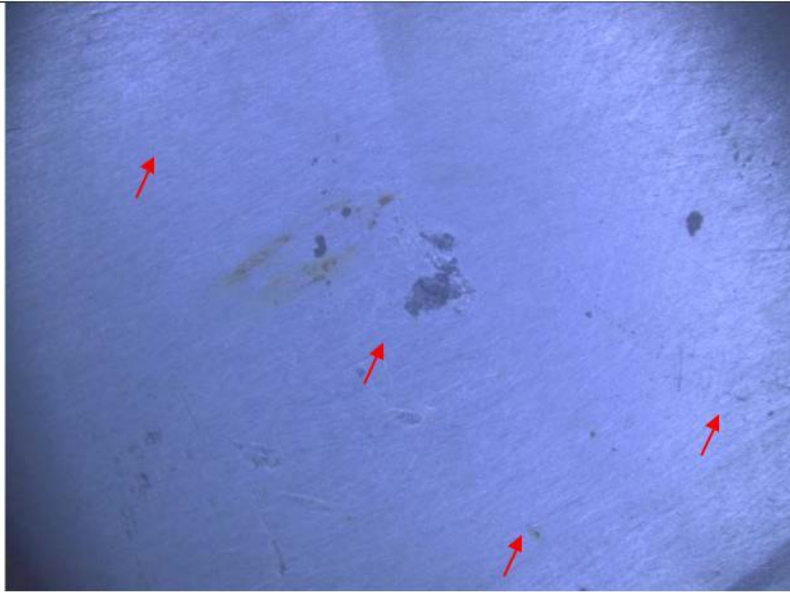
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Verifica-se a presença e uma superfície lisa com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



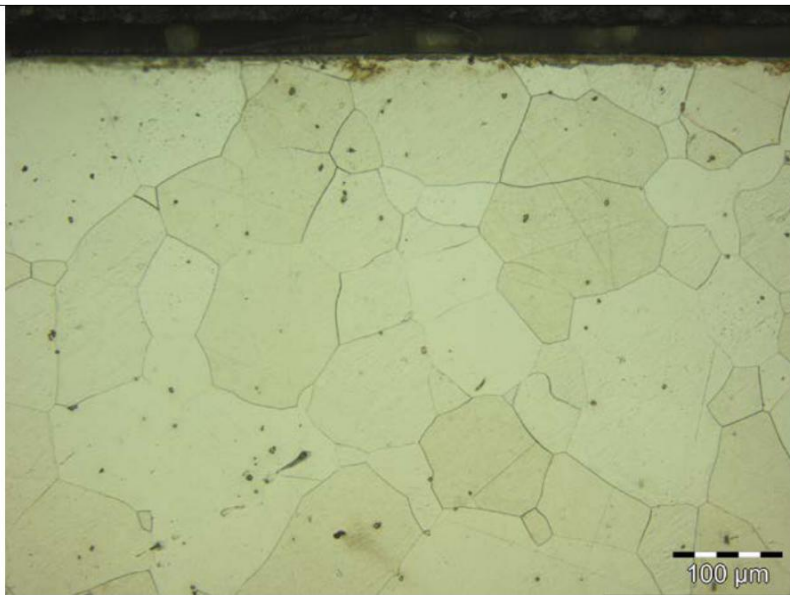
**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Verifica-se a presença e uma superfície lisa com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada após ataque químico mostra uma microestrutura composta por uma matriz ferrítica com presença de precipitados dispersos na matriz. Não foi evidenciada a presença de pites de corrosão.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A** ).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	4,5

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 3.

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
**CREA - 5068893570**  
**Coordenador de Laboratório**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas. As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente. Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório. Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório. A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto. Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei. The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**



Informações fornecidas pelo solicitante

Cliente: **RAIZEN PARAGUACU S/A**  
**SIT PARÁLCOOL S/N**  
**SP - BR**

Ordem Comercial: **BR: 17058**

Material: **ASTM A36**

Documentos: **PPTA 44790 - PC 4504555992**

Data do Recebimento: **20/02/2017**

Data da conclusão: **22/02/2017**

**ANÁLISE MICROGRÁFICA**

Identificação SGS: **PI1703008.001**  
Amostra: **FRONTAL - NIVELADOR (LANÇAMENTO DE CANA PELO NIVELADOR)**  
**CP 15 - 9,75mm**

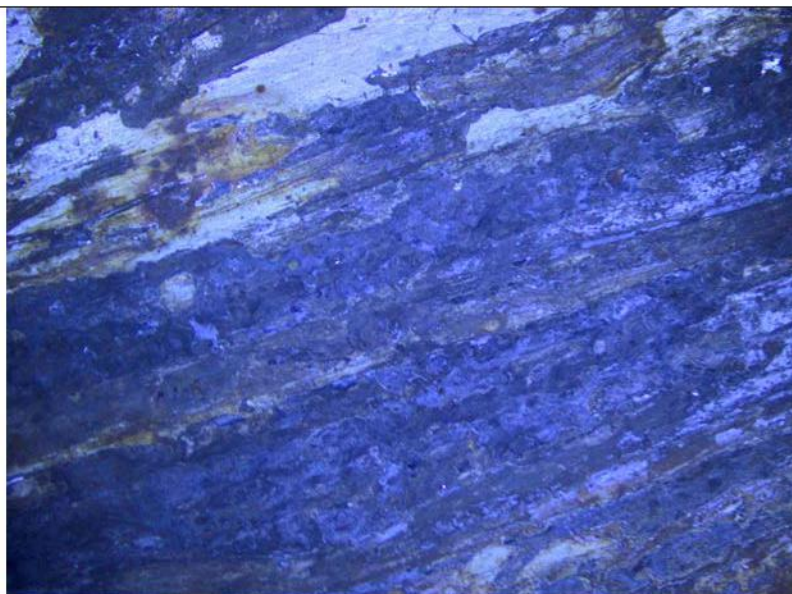
**Tipo de Ensaio: Metalográfico / Macrográfico**



**Figura 1**

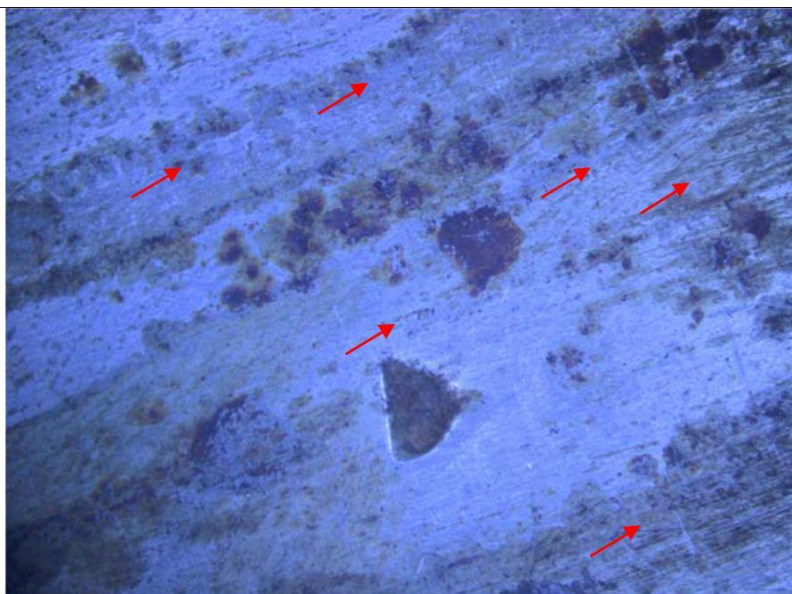
Registro fotográfico da amostra como recebida, as análises macrográficas foram realizadas nos pontos 1,2 e 3 (áreas circuladas).





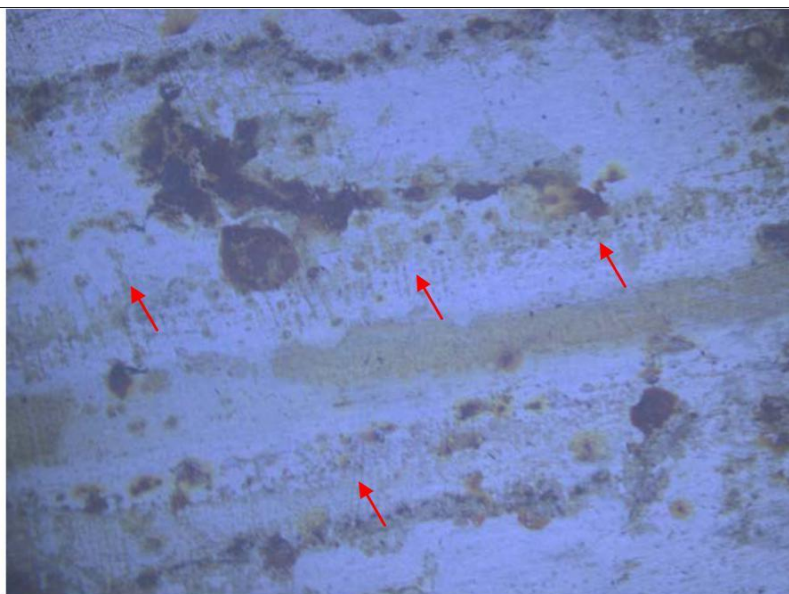
**Figura 2**

Registro fotográfico da região 1. Nota-se a presença de material impregnado na superfície da chapa.



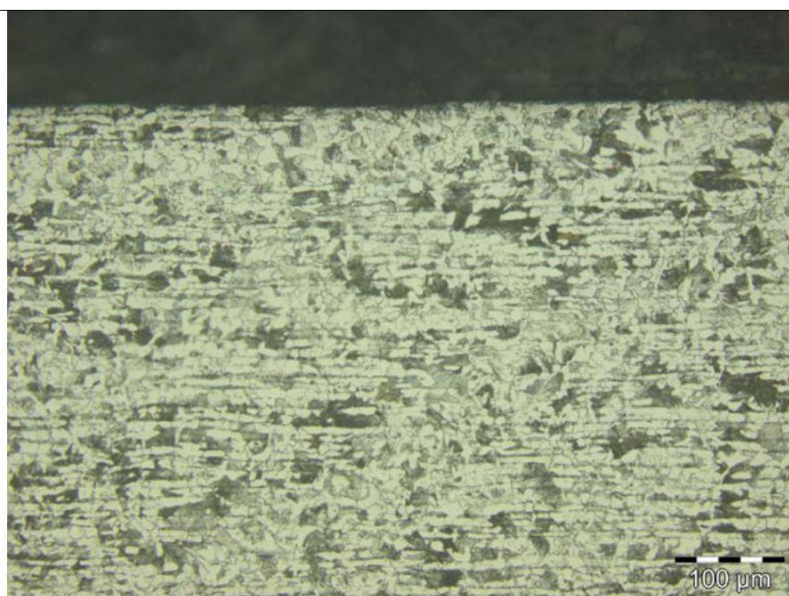
**Figura 3**

Registro fotográfico da região 2. Nota-se a presença de oxidação alaranjada. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 3**

Registro fotográfico da região 3. Nota-se a presença de oxidação alaranjada. Verifica-se a presença de riscos com característica de abrasão mecânica (setas vermelhas).



**Figura 4 – Objetiva 200X**

**Microestrutura:** A micrografia realizada após ataque químico mostra uma microestrutura composta por uma matriz ferrítica com presença de perlita. Não foi evidenciada a presença de pites de corrosão.

**Inclusões** (sentido longitudinal): Tipo óxido (D), nível 1, série fina ( **ASTM E45-2013a Método A**).

**Tamanho de grão austenítico** (sentido transversal):

Campos	1	2	3	4	5	Média dos campos
Obtidos	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0

**ASTM E112-2013** - Procedimento de comparação.

**OBS:** Análise micrográfica realizada na região mais deteriorada, região 2.



# RELATÓRIO DE ENSAIO

## Nº PI1703008\_MET Rev. 0

### VIA ORIGINAL

"Laboratório pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios"



156

**Normas de Referência:** ASTM E 3:2011 / ASTM E 7:2015 / ASTM E407 – 07 (Reapproved 2015) / ASTM E112:2013/ ASTM E45-2013a Método A.

**Condições Ambientais:** Temperatura: 21°C.

Assina em nome da  
SGS DO BRASIL LTDA.

Emitido em Piracicaba, 22/02/2017.

**Eng.º Rodrigo F. Metler**  
**CREA - 5068893570**  
**Coordenador de Laboratório**

Os resultados apresentados no presente relatório têm significação restrita e se aplicam apenas às amostras ensaiadas/analizadas.

As amostragens enviadas para análise são realizadas pelo próprio cliente.

Este documento tem sua marca de autenticidade gravada. Este Relatório de Ensaio/Análise só deve ser reproduzido completo. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório.

Este Relatório atende aos requisitos de Acreditação pela Cgcre/Inmetro, a qual avaliou a competência do laboratório.

A Cgcre é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation e de Acordo Bilateral de Reconhecimento Mútuo com a EA – European Cooperation for Accreditation.

*The results presented in this report are limited, and apply only to the samples tested / analyzed. The samples sent for analysis are responsibility by the customer.*

*This document is authentic. This Test Report / Analysis can only be reproduced completely. Reproduction of parts requires written approval of the laboratory. This report meets the requirements of the Accreditation Cgcre / INMETRO, which assessed the competence of the laboratory.*

*Cgcre is a signatory to the ILAC Mutual Recognition Agreement - International Laboratory Accreditation Cooperation and Bilateral Mutual Recognition Agreement with EA - European Cooperation for Accreditation.*

As informações contidas no presente relatório (ou certificado) são obtidas a partir dos resultados de procedimentos de inspeção ou teste ou calibrações ou ensaios realizados em conformidade com as instruções do nosso cliente, e/ou a nossa avaliação de tais resultados com base em quaisquer normas técnicas, práticas comerciais ou aduaneiras, ou outras circunstâncias que deveriam, em nossa opinião profissional, serem consideradas. Os resultados acima refletem aquilo que foi encontrado no local e na data da inspeção, teste ou calibração. Este relatório não libera os compradores e vendedores das suas responsabilidades contratuais, nem prejudica o direito de reclamação do comprador contra o fornecedor ou vendedor para compensação de qualquer defeito não detectado durante nossa verificação ou ocorrido depois, seja aparente ou oculto.

Este documento é emitido pela Companhia sob suas condições gerais de serviços acessível em [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Chamamos atenção para os itens de limitação de responsabilidade, indenização e jurisdição ali definidos. Qualquer alteração não autorizada, rasura ou falsificação do conteúdo ou aparência deste documento é ilegal e os responsáveis poderão ser processados na extensão total da lei.

The information stated in this report (or certificate) is derived from the results of inspection or testing or calibration or essay procedures carried out in accordance with the instructions of our Client, and/or our assessment of such results on the basis of any technical standards, trade custom or practice, or other circumstances which should in our professional opinion be taken into account. The above reflects our findings at time and place of inspection, testing or calibration. This report does not release buyers or sellers from their contractual responsibilities nor does it prejudice buyer's right of claim toward sellers/suppliers for compensation for any apparent and/or hidden defects not detected during our inspection or occurring thereafter

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service accessible at [http://www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Fim do Relatório**

ESTEIO/RS: Rua Liberdade, 64 Sala 3 – Vila Rica – Esteio/RS – CEP: 93265-080 – Tel./Fax: (51) 3458-5911  
SÃO CAETANO DO SUL/ SP: Avenida Goiás, 2600 – Barcelona – São Caetano do Sul/SP – CEP: 09550-051 – Tel./Fax: (11)2086-9090  
PIRACICABA/SP: Rua João Leonardo Fustaino, 201 –Distrito Industrial Uninorte – Piracicaba/SP – CEP: 13413-102 Tel./ Fax: (19) 3917-1670/ 3433-1091  
CABO STO AGOSTINHO/PE: Rod PE-60, KM 1501 ao KM 3201 Lado Impar 2635, - Garapu - Cabo de Sto Agostinho/PE - CEP: 54.518-343 – Tel: (55) 081 2129-3266