



# Inventário Corporativo de Gases de Efeito Estufa

Ano 2024

**Irani Papel e Embalagem S.A.**

**RANI**  
B3 LISTED NM



Este relatório apresenta os resultados do **Inventário de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal** das operações da **Irani Papel e Embalagem S.A.**, no ano de 2024. O inventário segue os padrões internacionais desenvolvidos pela *Internacional Organization for Standardization (ISO)* e do *World Resources Institute (WRI)* contemplando todas as **Emissões Diretas** (Escopo 1) e **Emissões Indiretas por Consumo de Energia** (Escopo 2), além das **Emissões Indiretas por outras Fontes** (Escopo 3).

**Equipe do Projeto:**

Diretor Presidente: Sergio Cotrin Ribas

Diretor de Pessoas, Estratégia e Gestão: Fabiano Alves de Oliveira

Gerencia Saúde, Segurança, Qualidade e Sustentabilidade: Leandro Alexis Farina

Coordenador de Sustentabilidade: Ricardo Peruzzo Bernasconi

Engenheira de Meio Ambiente: Letícia Bonfanti Bucco

**Equipe das Unidades Operacionais:**

Unidade Papel MG/ Santa Luzia – Camila Paula da Silva | Andressa Miranda

Unidade Embalagem/ Indaiatuba – Laís Schiavon | Fernanda Pinheiro

Unidade Resina e Florestal RS/ Balneário Pinhal – Alanna Valim | Angelo Medeiros

Unidade Papel SC/ Vargem Bonita – Marcel Bresolin

Unidade Embalagem SC/ Vargem Bonita – Marina de Tomin

Unidade Florestal SC/ Vargem Bonita – Ramon Silva | Juliano Souza

## Sumário

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 - Informações Gerais .....                                                                                 | 5  |
| 2 - Descrição da Companhia .....                                                                             | 5  |
| 2.1 Fronteiras Operacionais .....                                                                            | 6  |
| 2.2 Fontes de Emissão .....                                                                                  | 7  |
| 2.3 Fontes neutras excluídas, fontes neutras contabilizadas e fontes de emissão irrelevantes excluídas ..... | 9  |
| 2.4 Período de Referência e Ano Base .....                                                                   | 11 |
| 2.5 Recálculo do Ano-Base .....                                                                              | 12 |
| 2.6 Verificação do Inventário por Partes Externas .....                                                      | 12 |
| 2.7 Responsabilidades de Informações .....                                                                   | 12 |
| 3 Termos e Definições.....                                                                                   | 13 |
| 3.1 Termos utilizados .....                                                                                  | 13 |
| 3.2 Princípios do Inventário de GEE .....                                                                    | 14 |
| 4 Metodologias .....                                                                                         | 15 |
| 4.1 Metodologias de quantificação de emissões de GEE .....                                                   | 15 |
| 4.2 Cálculo de estoque de carbono e remoções de CO <sub>2</sub> devido à crescimento florestal.....          | 25 |
| 4.3 Estoque de Carbono e CO <sub>2</sub> e nas Florestas Nativas.....                                        | 30 |
| 5. Resultados .....                                                                                          | 32 |
| 5.1 Recálculo de Emissões ou Remoções.....                                                                   | 32 |
| 5.2 Resultados Comparativos – Ano Base.....                                                                  | 32 |
| 5.3 Remoções.....                                                                                            | 33 |
| 5.4 Emissões.....                                                                                            | 35 |
| 6 Passivo de Emissões .....                                                                                  | 48 |
| 7 Considerações finais .....                                                                                 | 50 |
| 8 Referência Bibliográfica.....                                                                              | 54 |
| 9. Fluxograma dos processos .....                                                                            | 56 |

## 1 - Informações Gerais

Este documento foi elaborado conforme os princípios e requisitos da norma internacional ISO 14.064:2022 - Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa. Também poderá ser utilizada como referência a norma brasileira NBR ISO 14.064:2022.

## 2 - Descrição da Companhia

A Irani Papel e Embalagem S.A. produz celulose, papéis Kraft, papéis reciclados, chapas e caixas de papelão ondulado, breu e terebintina, e em todas as suas atividades reafirma o compromisso com a sustentabilidade. Atualmente, a Irani possui as seguintes unidades de negócios: Papel-SC, Embalagem-SC e Florestal-SC em Vargem Bonita-SC, Resina-RS e Florestal-RS em Balneário Pinhal-RS, Embalagem-SP em Indaiatuba-SP, Papel-MG em Santa Luzia- MG, e escritório administrativo em Joaçaba-SC.

A Irani produz papéis Kraft pardo e branco, de 30 a 200 g/m<sup>2</sup>, nas linhas FineKraft, FlashKraft e FlexiKraft, além do EnveloKraft, em pardo e ouro. Produz, também, papéis 100% fibra virgem, indicados para contato direto com alimentos. Para a produção de chapas e caixas de papelão ondulado, a Irani fabrica os papéis KraftLiner, Reciclado e Miolo. A Irani apoia seus clientes desde a indicação até o desenvolvimento do produto mais adequado às necessidades de cada processo. Oferece suporte e acompanhamento por meio de assistência técnica.

A Irani é uma das principais indústrias do segmento de embalagens de papelão ondulado. Em sua produção, utiliza papéis de várias gramaturas com excelente desempenho e chapas de papelão em ondas simples ou duplas com reconhecida resistência a umidade e aos impactos. A linha de produtos compreende chapas, caixas normais, corte e vinco. Para o desenvolvimento de embalagens customizadas, a Irani disponibiliza sua estrutura de pesquisa, desenvolvimento e assistência técnica para produzir embalagens que atendam e otimizem a logística específica de cada cliente.

A companhia produz ainda terebintina e breu a partir da extração da resina natural de pinus. O processo de resinagem na Irani é realizado de acordo com as melhores práticas ambientais de manejo florestal.

O Selo FSC® certifica o manejo florestal responsável e a aquisição de matéria-prima de origem adequada por parte da Irani. A Certificação da Cadeia de Custódia garante que,

nas unidades Papel (SC e MG), Embalagem (SC e SP) e Resina-RS, todo o processo seguido pelas matérias-primas certificadas e monitorado desde a floresta até o produto comercializado, em conformidade com os requisitos do FSC. A companhia também é certificada em seu Sistema de Gestão da Qualidade segundo a norma NBR ISO 9001 em todas as unidades operacionais.

A Gestão Ambiental da Irani certificada através da norma NBR 14001 nas unidades de negócio Embalagens está estruturada para possibilitar um equilíbrio entre as atividades produtivas e o desempenho ambiental. Por meio de sua Política de Sustentabilidade, a Irani compromete-se a manter um Sistema de Gestão Ambiental que busque atender a legislação vigente, promover a melhoria contínua e evitar a poluição. Com isso, a companhia identifica, analisa e monitora todos os impactos ambientais de sua atividade produtiva, como efluentes líquidos, emissões gasosas, resíduos sólidos e a sua disposição final. A coordenação de Gestão Ambiental trabalha integrada com as gerências da empresa, auxiliando na identificação e no tratamento de aspectos e impactos ambientais, buscando constantemente uma atuação participativa e que estimule todos os envolvidos. Incluso no mapa estratégico da empresa, os próximos passos para aperfeiçoamento da gestão ambiental da empresa a certificação da norma NBR 14001 nas unidades de negócio Papel-MG, Papel-SC e Resina-RS.

## 2.1 Fronteiras Operacionais

No presente documento, foram contabilizadas as remoções e emissões das seguintes unidades operacionais e controladas da Irani Papel e Embalagem S.A., listadas na tabela 01 abaixo:

**Tabela 01** – Unidades operacionais e controladas

| Unidades Operacionais  | Localização          | Holding    |
|------------------------|----------------------|------------|
| Administrativo         | Joaçaba- SC          | Unidade    |
| Embalagem SC           | Vargem Bonita- SC    | Unidade    |
| Embalagem SP           | Indaiatuba- SP       | Unidade    |
| Florestal SC           | Vargem Bonita- SC    | Unidade    |
| Habitasul Florestal RS | Balneário Pinhal- RS | Controlada |
| Papel SC               | Vargem Bonita- SC    | Unidade    |
| Papel MG               | Santa Luzia- MG      | Unidade    |
| Resinas RS             | Balneário Pinhal- RS | Unidade    |

## 2. 2 Fontes de Emissão

As fronteiras operacionais não foram ampliadas no inventário em relação a 2013. A identificação das fontes de emissão foi conduzida pela própria companhia e os devidos ajustes nas planilhas de coleta de dados foram providenciados. Abaixo na tabela 02, as fontes de emissão para cada atividade nas unidades fabris.

**Tabela 02 - Identificação das Fontes de Emissão de GEE em operação durante o ano**

| Categoria                                                       | Atividade               | Substância                                        | Sumidouros de Remoção / Fonte de Emissão                                                                                                      | GEE                                                  | Unidades Operacionais                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Remoções Diretas                                                | Crescimento florestal   | Biomassa                                          | Florestas plantadas de pinus e eucalipto                                                                                                      | CO <sub>2</sub>                                      | Florestal/SC e Florestal/RS                                                                             |
| Remoções Diretas                                                | Crescimento florestal   | Biomassa                                          | Florestas Nativas                                                                                                                             | CO <sub>2</sub>                                      | Florestal/SC e Florestal/RS                                                                             |
| Emissões Diretas                                                | Combustíveis            | Diesel                                            | Frota própria de veículos pesados                                                                                                             | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O | Papel/SC; Florestal/RS; Resinas/RS; Florestal SC; Papel/MG                                              |
|                                                                 |                         | Gasolina                                          | Frota própria de veículos leves                                                                                                               | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O | Papel/SC; Embalagem/SP; Embalagem/SC; Florestal/RS; Resinas/RS; Papel/MG; Administrativos/ Florestal SC |
|                                                                 |                         | GLP                                               | Empilhadeiras e restaurante                                                                                                                   | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O | Papel/SC; Embalagem/SP; Embalagem/SC; Resinas/RS; Papel/MG                                              |
|                                                                 |                         | Gás Natural                                       | Caldeira                                                                                                                                      | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O | Embalagem/SP; Papel/MG                                                                                  |
|                                                                 |                         | Óleo BPF                                          | Caldeira                                                                                                                                      | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O | Papel/SC; Embalagem/SC;                                                                                 |
|                                                                 |                         | Etanol                                            | Frota própria de veículos leves                                                                                                               | CH <sub>4</sub>                                      | Papel/SC; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Papel MG; Administrativo; Florestal/SC                            |
|                                                                 |                         | Biomassa                                          | Caldeira                                                                                                                                      | CH <sub>4</sub>                                      | Papel/SC; Resinas/RS                                                                                    |
|                                                                 |                         | Licor Negro                                       | Caldeira de recuperação                                                                                                                       | CH <sub>4</sub>                                      | Papel/SC                                                                                                |
|                                                                 | Reagentes               | Solventes e Tintas                                | Processo de Pinturas                                                                                                                          | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Papel/MG                                                          |
|                                                                 |                         | Acetileno                                         | Processos de oxi-corte e soldagem                                                                                                             | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Resinas/RS; Papel/MG                                              |
|                                                                 |                         | Querosene                                         | Limpezas de Manutenção                                                                                                                        | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Papel/MG                                                          |
|                                                                 |                         | Produtos Químicos contendo solventes orgânicos    | Polímeros e Antiespumante                                                                                                                     | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Papel/MG; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Resina                                                  |
|                                                                 |                         | Tintas flexográficas                              | Pintura de Embalagens                                                                                                                         | CO <sub>2</sub>                                      | Embalagem/SP; Embalagem/SC                                                                              |
|                                                                 | Tratamento de Resíduos  | Nutrientes/Osmocote                               | Viveiro Florestal                                                                                                                             | N <sub>2</sub> O                                     | Florestal/SC                                                                                            |
|                                                                 |                         | Resíduos Industriais (aterro próprio)             | Disposição de resíduos sólidos em aterro industrial próprio ou disposição em floresta                                                         | CH <sub>4</sub>                                      | Papel/SC; Embalagem/SC;                                                                                 |
|                                                                 | Tratamento de Efluentes | Efluentes Industriais                             | Emissão biogênica em decorrência da queima de gás metano em flare                                                                             | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/ MG                                                                                               |
|                                                                 | Tratamento de Efluentes | Efluentes domésticos                              | Tratamento anaeróbio de efluentes domésticos                                                                                                  | CH <sub>4</sub>                                      | Papel/SC; Embalagem/SP; Embalagem/SC; Florestal/RS; Resinas/RS; Papel/MG; Florestal SC                  |
| Emissões Indiretas - ENERGIA - Abordagem Baseada na Localização | Energia                 | Eletricidade                                      | Aquisição de energia do GRID                                                                                                                  | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Embalagem/SP; Embalagem/SC; Florestal/RS; Resinas/RS; Papel/MG; Administrativo/ Florestal SC  |
| Emissões Indiretas - Abordagem Baseada na Escolha de Compra     | Energia                 | Eletricidade                                      | Aquisição de IREC                                                                                                                             | CO <sub>2</sub>                                      | Embalagem/SP; Florestal SC; Administrativo.                                                             |
| Emissões Indiretas - Outras fontes                              | Categoria 1             | Bens e serviços adquiridos                        | Materias Primas e insumos                                                                                                                     | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Embalagem/SC; Florestal/SC; Embalagem/SP; Papel/MG; Administrativo; Resina; Florestal/RS      |
|                                                                 | Categoria 2             | Bens de Capital                                   | Serviços contratados e equipamentos                                                                                                           | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Embalagem/SC; Florestal/SC; Embalagem/SP; Papel/MG; Administrativo; Resina; Florestal/RS      |
|                                                                 | Categoria 3             | Combustível e energia não considerados no E1 e E2 | Perdas de transmissão e distribuição na rede elétrica, Emissões da extração, refino e transporte do combustível GLP restaurante terceirizado. | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Embalagem/SC; Florestal/SC; Embalagem/SP; Papel/MG; Administrativo; Resina; Florestal/RS      |
|                                                                 | Categoria 4             | Transporte e distribuição upstream                | Frota terceirizada de veículos leves e pesados                                                                                                | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O | Papel/SC; Embalagem/SC; Florestal/SC; Embalagem/SP; Papel/MG; Administrativo; Resina; Florestal/RS      |
|                                                                 | Categoria 5             | Resíduos Sólidos (aterro privado)                 | Disposição de resíduos sólidos em aterro industrial/doméstico privado                                                                         | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Papel MG; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Resina                                                  |
|                                                                 | Categoria 6             | Viagens a negócios                                | Querosene de Avião                                                                                                                            | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Embalagem/SC; Florestal/SC; Embalagem/SP; Papel/MG; Administrativo; Resina; Florestal/RS      |
|                                                                 | Categoria 7             | Deslocamento de funcionários                      | Onibus e van fretados                                                                                                                         | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Embalagem/SC; Florestal/SC; Embalagem/SP; Papel/MG; Administrativo; Resina; Florestal/RS      |
|                                                                 | Categoria 9             | Transporte e distribuição downstream              | Frota terceirizada de veículos leves e pesados                                                                                                | CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O | Papel/SC; Papel MG; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Resina                                                  |
|                                                                 | Categoria 10            | Processamento de produtos vendidos                | Papel convertido em embalagem;                                                                                                                | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Papel/MG; Embalagem/SC; Embalagem/SP                                                          |
|                                                                 | Categoria 12            | Tratamento de fim de vida útil de produtos        | Destinação final dos produtos vendidos                                                                                                        | CO <sub>2</sub>                                      | Papel/SC; Papel/MG                                                                                      |

Dessa forma as categorias das fontes / sumidouros considerados no presente documento podem ser sumarizados conforme segue abaixo:

- a) Remoções Diretas: florestas plantadas próprias e florestas plantadas em parcerias (*Pinus* e *Eucalyptus*), onde foram contabilizadas remoções do fuste – tronco parte aérea, galhos e acículas, serapilheira e raízes. Resquícios de florestas plantadas com espécies não mais utilizadas pela companhia também foram consideradas (*Araucária*, *Liquidambar*, *Cupressus*, *Criptomeria* e *Cunninghamia*). Além também das florestas nativas, as quais tiveram seus estágios sucessionais definidos e as remoções contabilizadas.
- b) Emissões Diretas: consumo de combustíveis, consumo de reagentes, tratamento de efluentes e tratamento de resíduos sólidos;
- c) Emissões Indiretas – Energia: consumo de eletricidade do *grid Nacional*;
- d) Emissões Indiretas por Outras Fontes da companhia.

### 2.3 Fontes neutras excluídas, fontes neutras contabilizadas e fontes de emissão irrelevantes excluídas

Algumas fontes de emissão de GEE identificadas na organização tem algumas tratativas diferenciadas, no qual estão listadas abaixo:

#### Fontes Neutras Excluídas:

- As produções próprias de energia das PCH's não são contabilizadas por serem fontes renováveis, portanto, excluídas, pois não ocorre emissão de GEE;
- A emissão relativa à queima do gás metano em flare no efluente industrial da unidade Papel – MG é calculada e informada, porém não contabilizada pois trata-se de uma emissão biogênica.

#### Fontes Neutras Contabilizadas:

- As emissões de caldeira de biomassa HPB (*High Pressure Boiler*) e Licor Negro foram calculadas, sendo que, as emissões relativas ao CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, são calculadas e contabilizadas na planilha e relatório;

- As emissões relativas aos combustíveis de biodiesel, gasolina com adição de etanol e etanol foram contabilizadas apenas CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O no relatório e planilha.

#### Fontes Emissão Irrelevantes Excluídas:

- Emissões fugitivas de fluido refrigerante: os gases utilizados pela Irani Papel e Embalagem S.A. para esse fim são da especificação “R-22” e “R-410 A” da família dos HCFC’s. Tais gases não são regulamentados pela Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas nem tampouco pela ISO 14.064:2022 Parte 1;
- As emissões relativas ao CO<sub>2</sub> de extintores de incêndio de todas as unidades foram desconsideradas, pois o percentual relativo ao total de emissão da companhia fica abaixo de 5%, podendo observar com ano base 2021, o qual foi de 0,002%.
- CO<sub>2</sub> de processo usado no 4º filtro lavador para controle de pH da celulose lavada da unidade Papel SC. Emissões associadas a essa fonte são presumivelmente insignificantes quando comparadas àquelas de outras fontes identificadas.
- As fontes relativas a tintas de manutenção e diluentes foram excluídas, pois o percentual relativo ao total de emissão é inferior a 5%, podendo observar com ano base 2021, o qual foi de 0,005%.
- Considerando a metodologia adotada pelo GHG Protocol, os reagentes que têm como consequência apenas a emissão de COV’s (Compostos Orgânicos Voláteis) foram desconsiderados do cálculo do Escopo 1, uma vez que esta categoria de gases não está contemplada no protocolo de Quioto. Em 2024 estas emissões foram calculadas e teriam uma representatividade inferior a 4% em relação ao total de emissões dos Escopos 1 e 2.

Como não estamos contabilizando Biomassa (cavaco, madeira) e Licor Negro, a tabela 03 a seguir demonstra as informações relativas a cada fonte, bem como a emissões de GEE. Os cálculos de Biomassa, Licor Negro, Biodiesel, Gasolina e Etanol estão na planilha de cálculo de GEE “Cálculo – Escopo 1 e Escopo 3”. A justificativa para exclusão como fonte de emissão de gases de efeito estufa é porque são fontes biogênicas, com isso há compensação entre emissão e remoção.

**Tabela 03** – Fontes calculadas consideradas emissões neutras

| Fontes Biogênicas               |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| Atividade                       | GEE (tCO <sub>2</sub> ) |
| Biodiesel e Gasolina - Escopo 1 | 220,80                  |
| Etanol - Escopo 1               | 162,98                  |
| Biodiesel e Gasolina - Escopo 3 | 20.329,68               |
| Licor Negro -Escopo 1           | 148.546,87              |
| Biomassa- Escopo 1              | 515.296,03              |
| Efluente Industrial- Escopo 01  | 4.627,26                |
| <b>Total:</b>                   | <b>689.183,63</b>       |

## 2.4 Período de Referência e Ano Base

Este é o décimo nono inventário de gases de efeito estufa elaborado e monitorado pela companhia. O primeiro levantamento foi realizado em 2006, e servia de ano-base para monitoramento ambiental da companhia ao longo do tempo. Com a ampliação das unidades, o ano-base foi modificado para 2013, no entanto, alguns comparativos irão permanecer. Todas as conclusões documentadas neste inventário fazem referência aos resultados encontrados em 2006 à 2024, de forma a construir uma série histórica de resultados que refletem o desempenho climático da companhia. O período de referência coberto por este documento, portanto, corresponde ao ano fiscal cujo intervalo estende-se de *01/01/2024 a 31/12/2024*.

O sistema de documentação estruturado para a construção do inventário no ano-base vem sendo aperfeiçoado e utilizado para coletar, armazenar e comunicar as informações pertinentes ao Inventário de GEE da companhia. As bases de dados foram consolidadas e padronizadas, sendo que as informações são provenientes das seguintes fontes: Notas Fiscais; Sistema de lançamentos financeiros (SAP); Relatórios de logística; Relatórios de Desenvolvimento de Pessoas; Relatórios de produção; Cadastro georreferenciado de projetos florestais através: *ArcView 8* (ESRI) e *SGF* (Inflor); e Laudos laboratoriais.

O procedimento GEE-001 - Gerenciamento de informações de Gases de Efeito Estufa foi implementado para melhor gerir as informações pertinentes as emissões e remoções da companhia. Os colaboradores da companhia envolvidos neste procedimento foram treinados pela Equipe. Gerencia Saúde, Segurança, Qualidade e Sustentabilidade responsabilizou-se pela análise crítica das informações.

A revisão das fronteiras organizacionais e operacionais, bem como das fontes de emissão e sumidouros de remoção, foi realizada pela Gerência Saúde, Segurança, Qualidade

e Sustentabilidade da companhia. A revisão das metodologias de quantificação foi realizada pela Equipe de Gestão Ambiental, antes da consolidação deste Inventário de Emissões, referente ao exercício de 2024.

## 2.5 Recálculo do Ano-Base

Em 2024 não houve recálculo pois não houve mudanças nas fontes de emissão ou mudanças nas fronteiras operacionais. Houve em meados de 2019 a desativação da unidade Embalagem Vila Maria/SP, porém as fronteiras operacionais não sofreram alterações.

## 2.6 Verificação do Inventário por Partes Externas

Este inventário foi verificado por organismo externo conforme a norma NBR ISO 14.064:2022 Parte 1. Este documento corresponde a Declaração da Companhia sobre Gases de Efeito Estufa e contém as informações relacionadas às suas emissões e remoções.

O objetivo da verificação deste inventário por organismos externos é a obtenção de uma declaração independente sobre a qualidade do inventário, de modo a assegurar aos usuários do mesmo uma avaliação consistente do padrão de emissões da companhia. O escopo da verificação deverá compreender as fronteiras estabelecidas pelo inventário e as fontes de emissão e os sumidouros de remoção identificados, bem como a quantificação das emissões e remoções de GEE considerando as informações do período coberto por este relatório.

Após a verificação deste documento, deverá ser apresentada uma declaração contendo, no mínimo:

- a) descrição do escopo, objetivos e critérios utilizados na verificação;
- b) esclarecimentos quanto ao nível de precisão empregado na verificação;
- c) conclusão sobre a qualificação ou limitação do inventário, considerando os requisitos da norma NBR ISO 14.064:2022 Parte 1.

## 2.7 Responsabilidades de Informações

A responsabilidade pelo fornecimento das informações em cada unidade operacional está conforme Coluna de Responsabilidade, Fonte de Informação e Comentários na planilha de dados.

## 3 Termos e Definições

### 3.1 Termos utilizados

Para os propósitos desse documento, os seguintes termos e definições serão aplicáveis:

- a) Gás de Efeito Estufa (GEE): constituinte atmosférico, de origem natural ou antropogênica, que absorve e emite radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro de radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, pela atmosfera e pelas nuvens. Dentre os GEE encontram-se o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs), e Hexafluoreto de Enxofre (SF<sub>6</sub>).
- b) Fonte de GEE: unidade física ou processo que libera GEE para a atmosfera.
- c) Sumidouro de GEE: unidade física ou processo que remove GEE da atmosfera.
- d) Reservatório de GEE: unidade física ou componente da biosfera, geosfera ou hidrosfera com capacidade de armazenar ou acumular GEE removidos da atmosfera por um sumidouro ou GEE capturados de uma fonte. A massa total de carbono contida em um reservatório de GEE, em um período específico, pode ser referida como o estoque de carbono do reservatório. Um reservatório de GEE pode transferir GEE para outro reservatório de GEE. A coleta de um GEE de uma fonte antes que esse GEE entre na atmosfera e o seu armazenamento em um reservatório pode ser referido como captura e armazenamento de GEE.
- e) Emissões de GEE: massa total de um GEE liberado para a atmosfera em um período específico.
- f) Remoções de GEE: massa total de um GEE removido da atmosfera em um período específico.
- g) Fator de emissão ou de remoção de GEE: fator que relaciona dados de atividade a emissões e remoções de GEE.
- h) Emissões diretas de GEE: emissões de GEE por fontes pertencentes ou controladas pela companhia. Para estabelecer as fronteiras operacionais da companhia, neste documento serão empregados os conceitos de controle financeiro e operacional.

- i) Emissões indiretas de GEE relacionadas ao consumo de energia: emissões de GEE a partir da geração da energia elétrica, calor ou vapor, importada/consumida pela companhia.
- j) Outras emissões indiretas de GEE: emissões de GEE, diferentes daquelas emissões indiretas relacionadas ao consumo de energia, as quais são uma consequência das atividades da companhia, mas são oriundas de fontes cuja propriedade ou controle são realizados por outras organizações.
- k) Inventário de emissões de GEE: documento no qual encontram-se detalhadas as fontes e sumidouros de GEE, e encontram-se quantificadas as emissões e remoções de GEE durante um dado período.
- l) Potencial de aquecimento global: fator que descreve o impacto da força radiativa de uma unidade de massa de um dado GEE, em relação a uma unidade de massa de dióxido de carbono em um dado período.
- m) Dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_{2e}$ ): unidade para comparação da força radiativa de um dado GEE à do  $\text{CO}_2$ .
- n) Ano-base: período histórico especificado para o propósito das comparações das remoções e emissões de GEE, além de outras informações relacionadas, durante o tempo.
- o) Companhia: companhia, corporação, empreendimento, autoridade ou instituição, ou parte ou combinação de, incorporado ou não, público ou privado, que tem suas próprias funções e administração. No presente relatório, restringe-se à *Irani Papel e Embalagem S.A.* e suas operações florestais e industriais.

### 3.2 Princípios do Inventário de GEE

Para os propósitos desse documento, os seguintes princípios serão aplicáveis:

- a) Generalidades: A aplicação de princípios é fundamental para assegurar que as informações relacionadas aos GEE sejam contabilizadas de maneira verdadeira e justa. Os princípios são a base para e orientarão a aplicação dos requisitos neste documento.

- b) Pertinência: Seleção das FSR, dados e metodologias GEE apropriadas às necessidades do usuário pretendido.
- c) Integralidade: Inclusão de todas as emissões e remoções pertinentes de GEE. Inclusão de todas as informações pertinentes para apoiar critérios e procedimentos.
- d) Consistência: Possibilidade de comparações significativas de informações relacionadas ao GEE.
- e) Precisão: Redução de variâncias e incertezas até onde seja viável.
- f) Transparência: Divulgação de informações suficientes e apropriadas, relacionadas ao GEE para permitir ao usuário pretendido a tomada de decisões com razoável confiança.
- g) Conservadorismo: Utilização de hipóteses, valores e procedimentos conservadores para assegurar que as reduções de emissão ou as melhorias de remoções de GEE não sejam superestimadas.

## 4 Metodologias

### 4.1 Metodologias de quantificação de emissões de GEE

#### 4.1.1 Emissão de GEE por consumo de combustíveis

Emissão de CO<sub>2</sub> por consumo de combustíveis – Biomassa:

Para o cálculo de emissões de CO<sub>2</sub> por consumo de combustíveis renováveis, empregou-se a seguinte fórmula:

$$(1) \quad Em_{comb,y}^{CO_2} = \sum_c (Q_y^c \cdot NCV^c \cdot EF^c)$$

Onde:

$Em_{comb,y}^{CO_2}$  Emissão de CO<sub>2</sub> por consumo de combustíveis, no ano y (tCO<sub>2</sub>);

$Q_y^c$  Quantidade de combustível do tipo c consumida no ano y (t);

$NCV^c$  Poder calorífico líquido do combustível c (TJ.Gg<sup>-1</sup>) (IPCC, 2006);

$EF^c$  Fator de emissão de CO<sub>2</sub> pela queima do combustível  $c$  (kg CO<sub>2</sub>.TJ<sup>-1</sup>) (IPCC, 2006).

Emissão de CO<sub>2</sub> por consumo de combustíveis fósseis:

Para o cálculo de emissões de CO<sub>2</sub> por consumo de combustíveis não-renováveis, empregou-se a seguinte fórmula:

$$(2) \quad Em_{comb,y}^{CO_2} = \sum_c (Q_y^c \cdot NCV^c \cdot EF^c)$$

Onde:

$Em_{comb,y}^{CO_2}$  Emissão de CO<sub>2</sub> por consumo de combustíveis, no ano  $y$  (tCO<sub>2</sub>);

$Q_y^c$  Quantidade de combustível do tipo  $c$  consumida no ano  $y$  (t);

$NCV^c$  Poder calorífico líquido do combustível  $c$  (TJ.Gg<sup>-1</sup>) (IPCC, 2006);

$EF^c$  Fator de emissão de CO<sub>2</sub> pela queima do combustível  $c$  (kg CO<sub>2</sub>.TJ<sup>-1</sup>) (IPCC, 2006).

Emissão de N<sub>2</sub>O por consumo de combustíveis:

Além do tipo combustível utilizado, as emissões de N<sub>2</sub>O dependem da tecnologia empregada na queima do combustível. Portanto, para o cálculo de emissões de N<sub>2</sub>O por consumo de combustíveis, empregou-se a seguinte fórmula:

$$(3) \quad Em_{comb,y}^{N_2O} = GWP_{N_2O} \cdot \sum_{c,t} (Q_y^{c,t} \cdot NCV^c \cdot EF_{N_2O}^{c,t})$$

Onde:

$Em_{comb,y}^{N_2O}$  Emissão de N<sub>2</sub>O por consumo de combustíveis, no ano  $y$  (tCO<sub>2</sub>e);

$GWP_{N_2O}$  Potencial de aquecimento global do N<sub>2</sub>O (IPCC, 2006);

$Q_y^{c,t}$  Quantidade de combustível  $c$  consumido através da tecnologia  $t$ , no ano  $y$  (t);

|                   |                                                                                                                                                      |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $NCV^c$           | Poder calorífico líquido do combustível $c$ (TJ.Gg <sup>-1</sup> ) (IPCC, 2006);                                                                     |
| $EF_{N_2O}^{c,t}$ | fator de emissão de N <sub>2</sub> O pelo consumo do combustível $c$ através da tecnologia $t$ (kg N <sub>2</sub> O.TJ <sup>-1</sup> ) (IPCC, 2006). |

Emissão de CH<sub>4</sub> por consumo de combustíveis:

Assim com as emissões N<sub>2</sub>O, as emissões de CH<sub>4</sub> por consumo de combustível dependem da tecnologia empregada na queima. Portanto, para o cálculo de emissões de CH<sub>4</sub> por consumo de combustíveis, empregou-se a seguinte fórmula:

$$(4) \quad Em_{comb,y}^{CH_4} = GWP_{CH_4} \cdot \sum_{c,t} (Q_y^{c,t} \cdot NCV^c \cdot EF_{CH_4}^{c,t})$$

Onde:

|                      |                                                                                                                                                     |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Em_{comb,y}^{CH_4}$ | Emissão de CH <sub>4</sub> por consumo combustíveis, no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> e);                                                               |
| $GWP_{CH_4}$         | Potencial de aquecimento global do CH <sub>4</sub> (IPCC, 2006);                                                                                    |
| $Q_y^{c,t}$          | Quantidade de combustível $c$ consumido através da tecnologia $t$ , no ano $y$ (t);                                                                 |
| $NCV^c$              | Poder calorífico líquido do combustível $c$ (TJ.Gg <sup>-1</sup> ) (IPCC, 2006);                                                                    |
| $EF_{CH_4}^{c,t}$    | Fator de emissão de CH <sub>4</sub> pelo consumo do combustível $c$ através da tecnologia $t$ (kg N <sub>2</sub> O.TJ <sup>-1</sup> ) (IPCC, 2006). |

#### 4.1.2 Estimativa de consumo de combustível por veículos ou maquinário

Idealmente, para o cálculo de emissões de GEE por queima de combustíveis fósseis a quantidade de combustível fóssil utilizados por veículos ou maquinário próprio ou terceirizado deve ser monitorada em valores absolutos, em toneladas. Entretanto, esses dados não estavam prontamente disponíveis e foram estimados conforme abaixo. Está fórmula é aplicada quando não se tem a quantidade de combustível em volume (litros), mas a quilometragem do veículo.

Consumo de combustível por veículos:

$$(5) \quad Q_y^c = \frac{10^{-3} \cdot km_y^m \cdot D^c}{Ce^{m,c}}$$

Onde:

$Q_y^c$  Quantidade de combustível do tipo  $c$  consumida no ano  $y$  (t);

$km_y^m$  Distância total percorrida por veículos do modelo  $m$ , no ano  $y$  (km);

$Ce^{m,c}$  Consumo específico de combustível  $c$  por veículos de modelo  $m$  (km/L);

$D^c$  Densidade do combustível  $c$  (kg/L)

Obs.: Para estimar o consumo médio dos veículos (km/litros), foi utilizado os valores de referência do GHG Protocol.

Consumo de combustível por maquinário:

$$(6) \quad Q_y^c = \frac{10^{-3} \cdot h_y^m \cdot D^c}{Ce^{m,c}}$$

Onde:

$Q_y^c$  Quantidade de combustível do tipo  $c$  consumida no ano  $y$  (Gg);

$h_y^m$  Horas totais trabalhadas por maquinário do modelo  $m$ , no ano  $y$  (h);

$Ce^{m,c}$  Consumo específico de combustível  $c$  por maquinário de modelo  $m$  (h/L);

$D^c$  Densidade do combustível  $c$  (kg/L)

#### 4.1.3 Estimativa de consumo por reagentes

Emissão de CO<sub>2</sub> por consumo de acetileno:

Para o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> devido ao consumo de acetileno empregou-se a fórmula abaixo:

$$(7) \quad AC_y = Q_y^{AC} \cdot \frac{24}{26} \cdot \frac{44}{12}$$

Onde:

|                 |                                                                                  |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| $AC_y$          | Emissões de CO <sub>2</sub> devido ao consumo de acetileno (tCO <sub>2e</sub> ); |
| $Q_y^{AC}$      | Quantidade utilizada de acetileno (t);                                           |
| $\frac{24}{26}$ | Teor de carbono no acetileno;                                                    |
| $\frac{44}{12}$ | Fator de conversão de massa molecular de C para CO <sub>2</sub> .                |

Emissão de CO<sub>2</sub> por utilização de solventes orgânicos:

A utilização de solventes fabricados a partir de combustíveis fósseis, ou a utilização de produtos contendo tais solventes (e.g. tintas, vernizes, querosene, etc), através de perdas evaporativas, leva à emissão de vários NMVOC (*non-methane volatile organic compounds*) os quais são oxidados a CO<sub>2</sub> na atmosfera (IPCC, 2006).

Para calcular as emissões decorrentes de 80% do volume consumido de solventes orgânicos foi utilizada a fórmula 7. O resultado obtido, referente a 80% do consumo, foi extrapolado para 100% por regressão linear.

$$(8) \quad Em_{solv}^{CO_2} = \frac{44}{12} \cdot 10^{-6} \cdot FF^{solv} \cdot \sum_{prod} Q_y^{prod} \cdot VOC^{prod}$$

Onde:

|                    |                                                                                                 |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Em_{solv}^{CO_2}$ | Emissões de CO <sub>2</sub> a partir da utilização de solventes orgânicos (tCO <sub>2e</sub> ); |
| $FF^{solv}$        | Fração de carbono fóssil em solventes (p/p) (IPCC, 2006);                                       |
| $Q_y^{prod}$       | Quantidade utilizada do produto <i>prod</i> (L);                                                |
| $VOC^{prod}$       | Teor de compostos orgânicos voláteis no produto <i>prod</i> (g/L).                              |
| $\frac{44}{12}$    | Fator de conversão de massa molecular de C para CO <sub>2</sub> .                               |

#### 4.1.4 Emissão de CO<sub>2</sub> por consumo de energia elétrica

As emissões indiretas de CO<sub>2</sub> por consumo de eletricidade foram calculadas levando em conta o fator de emissão da rede em cada mês do período considerado. Assim as emissões indiretas por consumo de energia foram calculadas conforme a seguinte fórmula:

$$(9) \quad Em_{ee,y}^{CO_2} = \sum_m CE_m \cdot EF_m^{rede}$$

Onde:

$Em_{ee,y}^{CO_2}$  Emissão de CO<sub>2</sub> por consumo de energia elétrica, no ano y (tCO<sub>2</sub>);

$CE_m$  Consumo de energia elétrica, no mês m (MWh);

$EF_m^{rede}$  Fator de emissão de CO<sub>2</sub>, do mês m, pela rede elétrica servindo à unidade operacional (tCO<sub>2</sub>.MWh<sup>-1</sup>). O cálculo dos fatores mensais de emissão da rede está explicado em detalhes no apêndice IX.

#### 4.1.5 Emissão de CH<sub>4</sub> por tratamento de efluentes líquidos

Fossa séptica, sumidouros e descarte em corpos d'água:

Para o cálculo de emissões de CH<sub>4</sub> por decomposição anaeróbica de efluentes tratados por fossa séptica ou descartados através de sumidouros ou diretamente em corpos d'água, empregou-se a seguinte fórmula:

$$(10) \quad Em_y^{CO_2e} = GWP_{CH_4} \cdot B_o \cdot MCF \cdot \sum_m V_m \cdot [BOD_m] \cdot 313 \cdot 10^{-6}$$

Onde:

$Em_y^{CO_2e}$  Emissões de CH<sub>4</sub> por tratamento/descarte de esgoto doméstico, no ano y (tCO<sub>2</sub>e);

$GWP_{CH_4}$  Potencial de aquecimento global do metano (IPCC, 2006);

$B_o$  Produção máxima de CH<sub>4</sub> (IPCC, 2006) (kg CH<sub>4</sub>.kg BOD<sup>-1</sup>);

$MCF$  Fator de correção para produção de metano (IPCC, 2006) (tabela 04);

- $Em_m^{CO_2e}$  Emissões de CH<sub>4</sub> por tratamento/descarte de esgoto doméstico, no mês  $m$  (tCO<sub>2</sub>e);
- $V_m$  Vazão mensal de efluente pré-tratamento (m<sup>3</sup>);
- $[BOD_m]$  Demanda bioquímica de oxigênio no efluente pré-tratamento – medida mensal (kg BOD.m<sup>-3</sup>);
- 313 Quantidade de dias trabalhados no ano.

**Tabela 04 – Fator de correção para produção de metano – MCF**

| DEFAULT MCF VALUES FOR INDUSTRIAL WASTEWATER      |                                                                                                  |                  |           |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|
| Type of treatment and discharge pathway or system | Comments                                                                                         | MCF <sup>1</sup> | Range     |
| <b>Untreated</b>                                  |                                                                                                  |                  |           |
| Sea, river and lake discharge                     | Rivers with high organics loadings may turn anaerobic, however this is not considered here.      | 0,1              | 0 - 0,2   |
| <b>Treated</b>                                    |                                                                                                  |                  |           |
| Aerobic treatment plant                           | Must be well managed. Some CH <sub>4</sub> can be emitted from settling basins and other pockets | 0                | 0 - 0,1   |
| Aerobic treatment plant                           | Not well managed. Overloaded                                                                     | 0,3              | 0,2 - 0,4 |
| Anaerobic digester for sludge                     | CH <sub>4</sub> , recovery not considered here                                                   | 0,8              | 0,8 - 1,0 |
| Anaerobic reactor (e.g. UASB, Fixed Film Reactor) | CH <sub>4</sub> , recovery not considered here                                                   | 0,8              | 0,8 - 1,0 |
| Anaerobic shallow lagoon                          | Depth less than 2 metres, use expert judgment                                                    | 0,2              | 0 - 0,3   |
| Anaerobic deep lagoon                             | Depth more than 2 metres                                                                         | 0,8              | 0,8 - 1,0 |

<sup>1</sup> Based on expert judgment by lead authors of this

Fonte: IPCC 2006 Volume 05, Capítulo 6 - Wastewater, pg. 6.21

Estimativa de carga orgânica diária de sistemas de fossa séptica:

Na ausência de medições dos parâmetros vazão e DBO requeridos pela fórmula acima, assumiu-se valores típicos encontrados em literatura técnica. A partir do número de usuários de cada sistema ou número de refeições servidas, é possível estimar estes parâmetros.

Para estimar a vazão, *Von Sperling* (2007) estipula o consumo de 80 L.dia<sup>-1</sup>.usuário<sup>-1</sup> para os sistemas de fossa séptica nos setores industriais, com taxa de retorno de 80%. A NBR 9649 também define um coeficiente de retorno de esgotos sanitários de 80%. Para sistemas que recebem efluentes de cozinhas industriais, a NBR 7229 define a vazão de 95 L.dia<sup>-1</sup>.usuário<sup>-1</sup>.

Para estimar a concentração de DBO, foram utilizados os parâmetros observados por *Giansante* (2009), de 260 mg.L<sup>-1</sup> variando de 130 mg.L<sup>-1</sup> até 400 mg.L<sup>-1</sup>.

#### 4.1.6 Emissão de GEE por disposição de resíduos sólidos

Emissões de CH<sub>4</sub> devido à disposição de resíduos em aterro controlado sem captura de metano

Uma vez que resíduos sólidos tenham sido dispostos em aterro controlado, dentro das fronteiras operacionais, as emissões de metano oriundas dessa prática deverão ser contabilizadas como emissões diretas. Para o cálculo das emissões de CH<sub>4</sub> devido à disposição de resíduos em aterro controlado, sem captura de metano foi utilizada a seguinte fórmula:

$$(11) \quad MB_y = GWP_{CH_4} \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{-k_j \cdot (y-x)} \cdot (1 - e^{-k_j})$$

Onde:

|                 |                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $MB_y$          | Potencial de geração de metano no ano y, através de decomposição anaeróbica de resíduos do tipo j, no local de disposição (tCO <sub>2</sub> e);                                                                                               |
| $GWP_{CH_4}$    | Potencial de aquecimento global do metano (IPCC, 2006);                                                                                                                                                                                       |
| $\frac{16}{12}$ | Fator de conversão de massa molecular de C para CH <sub>4</sub> ;                                                                                                                                                                             |
| $F$             | Fração de metano no biogás (IPCC, 2006);                                                                                                                                                                                                      |
| $DOC_f$         | Fração do carbono degradável total dissimilado para o biogás (IPCC, 2006);                                                                                                                                                                    |
| $MCF$           | Fator de correção de metano (IPCC, 2006). O MCF exprime a proporção do resíduo disposto no local que será degradada anaerobicamente. Esta fração em parte irá se decompor ( $DOC_f$ ) para gerar CH <sub>4</sub> e CO <sub>2</sub> do biogás; |
| $W_{j,x}$       | Quantidade de resíduo j gerada no ano y (t);                                                                                                                                                                                                  |
| $DOC_j$         | Fração de carbono degradável (p/p) no resíduo do tipo j (IPCC, 2006);                                                                                                                                                                         |
| y               | Ano para o qual as emissões são calculadas;                                                                                                                                                                                                   |
| x               | Ano no qual os resíduos foram dispostos;                                                                                                                                                                                                      |
| $k_j$           | Taxa de decomposição do resíduo do tipo j.                                                                                                                                                                                                    |

Vale salientar que segundo este modelo de decaimento de primeira ordem, as emissões de GEE devidas à disposição de resíduos em aterro controlado, no ano vigente, serão distribuídas nos anos seguintes (passivo de emissões). Tal distribuição ocorrerá em função do grau de degradabilidade dos materiais dispostos sob condições ambientais que favoreçam a decomposição anaeróbica. Em cada ano do inventário os resíduos depositados no aterro industrial sofreram ao longo do tempo degradação gerando gases de efeito estufa. Por exemplo, se foi a primeira vez que foi depositado uma quantidade de resíduos em 2019, e em 2020 não foi depositado nada, como também nos próximos anos, mesmo assim irá acontecer emissão de gases de efeito estufa por conta da degradabilidade daquela quantidade de resíduos.

Para o cálculo de emissões foi elaborado uma planilha Excel®, no qual as pessoas responsáveis pela coleta de dados inserem na mesma as informações de GEE. A Equipe técnica confere os dados e verifica os cálculos, avaliando os resultados de emissões de GEE.

#### 4.1.7 Emissão de N<sub>2</sub>O por utilização de compostos nitrogenados

O óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) é naturalmente produzido nos solos através dos processos de nitrificação e denitrificação. A nitrificação é a oxidação microbológica de amônia (NH<sub>3</sub>) a nitrato, ao passo que a denitrificação é a redução microbológica do nitrato a nitrogênio gasoso (N<sub>2</sub>). O N<sub>2</sub>O é um intermediário gasoso da denitrificação e um subproduto da nitrificação que pode, eventualmente, ser liberado para a atmosfera. Um dos principais fatores que controlam essa reação é a disponibilidade de nitrogênio inorgânico no solo. Portanto, no presente estudo foram levadas em consideração as adições de nitrogênio ao solo decorrentes das atividades florestais da Irani. (i.e. adições de fertilizantes sintéticos) (IPCC, 2006).

As emissões de N<sub>2</sub>O que resultam das adições antropogênicas de nitrogênio aos solos ocorrem através de vias diretas (o N<sub>2</sub>O é formado diretamente no solo ao qual foram adicionados fertilizantes) e por duas vias indiretas (1) volatilização/emissão de nitrogênio na forma de NH<sub>3</sub> e NO<sub>x</sub> e a subsequente deposição dessas espécies nitrogenadas na forma de NH<sup>+</sup><sub>4</sub> ou de óxidos de nitrogênio no solo ou em corpos d'água, e a (2) lixiviação de espécies nitrogenadas para águas superficiais, áreas alagadiças ou a costa oceânica (IPCC, 2006).

Sendo assim, as emissões de N<sub>2</sub>O devido à utilização de fertilizantes foi calculada segundo as fórmulas abaixo.

(11)

$$E_{N_2O} = GWP_{N_2O} * CF_{N_2O-N,N} * 10^{-3} * (E_{N_2O,land} + E_{N_2O,runoff} + E_{N_2O,vol})$$

(12)

$$E_{N_2O,land} = EF_1 * \sum_{fert} Q_y^{fert} \cdot [N]^{fert}$$

(13)

$$E_{N_2O,runoff} = EF_5 * F_{leach} * \sum_{fert} Q_y^{fert} \cdot [N]^{fert}$$

(14)

$$E_{N_2O,vol} = EF_4 * F_{gasf} * \sum_{fert} Q_y^{fert} \cdot [N]^{fert}$$

Onde:

|                   |                                                                                                                                                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $E_{N_2O}$        | emissões de N <sub>2</sub> O devido a aplicações de fertilizantes, (Mg CO <sub>2</sub> e);                                                            |
| $GWP_{N_2O}$      | potencial de aquecimento global do N <sub>2</sub> O;                                                                                                  |
| $CF_{N_2O-N,N}$   | fator de conversão de massa molecular de N para N <sub>2</sub> O (44/28);                                                                             |
| $E_{N_2O,land}$   | emissões diretas de N <sub>2</sub> O devido a aplicação de fertilizantes (kg N <sub>2</sub> O-N);                                                     |
| $E_{N_2O,runoff}$ | emissões de N <sub>2</sub> O devido a lixiviação de fertilizantes (kg N <sub>2</sub> O-N);                                                            |
| $E_{N_2O,vol}$    | emissões de N <sub>2</sub> O devido a volatilização de nitrogênio como NH <sub>3</sub> e NO <sub>x</sub> (kg N <sub>2</sub> O-N);                     |
| $EF_1$            | fator de para emissão direta de N <sub>2</sub> O devido a aplicação de fertilizantes em solos (kgN <sub>2</sub> O-N/kg N) (IPCC, 2006);               |
| $EF_5$            | fator de para emissão indireta de N <sub>2</sub> O devido a lixiviação de fertilizantes aplicados em solos (kg N <sub>2</sub> O-N/kg N) (IPCC, 2006); |

- $EF_4$  fator de emissão de  $N_2O$  através da deposição nitrogênio na atmosfera [ $kg\ N-N_2O / (kg\ NH_3-N + NO_x-N\ volatilizado)$ ] (IPCC, 2006);
- $F_{leach}$  fração do conteúdo de nitrogênio dos fertilizantes aplicados que é perdida através de lixiviação (IPCC, 2006);
- $F_{gasf}$  conteúdo de nitrogênio dos fertilizantes aplicados que volatiliza-se como  $NH_3$  e  $NO_x$  ( $kg\ NH_3-N$  e  $NO_x-N$  por  $kg$  de  $N$ ) (IPCC, 2006);
- $Q_{fert-y}$  quantidade utilizada do fertilizante *fert* ( $kg$ );
- $[N]_{fert}$  teor de nitrogênio no fertilizante *fert* ( $m/m$ ).

## 4.2 Cálculo de estoque de carbono e remoções de $CO_2$ devido à crescimento florestal

No ano de 2021 realizamos mudanças na metodologia de cálculo das remoções. Realizamos a contratação da Universidade Federal do Paraná – UFPR, com o intuito de revisão dos cálculos de remoções florestais, contemplando as florestas plantadas de pinus e eucalyptus e também desenvolvido o modelo de cálculo para as florestas nativas. Sob a coordenação do professor Carlos Roberto Sanquetta Engenheiro Florestal, Ph.D. em Manejo Florestal e Ecologia pela *United Graduate School of Agricultural Sciences*, Japão. Possui expertise em mudanças climáticas e sequestro de carbono, sendo membro do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e *Roster of Experts* da Convenção-Quadro da ONU sobre Mudanças Climáticas. Professor Titular da UFPR. Coordenador do Centro BIOFIX de Pesquisas em Biomassa e Carbono da UFPR.

Para os cálculos realizados foi empregada a metodologia consagrada nos guias de inventários de emissões de gases de efeito estufa publicados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Foram utilizados dados cadastrais e do último inventário florestal consolidado da empresa, fornecidos pela Irani.

Para avaliação do impacto climático das operações florestais da *Irani Papel e Embalagem S.A.* no ano 2024, foi calculado o estoque total de carbono de pé dos últimos 05 (cinco) anos e construído a média móvel para definir a remoção do ao vigente. Foi adotado a premissa de média móvel em função da oscilação das diferenças de estoques ocasionadas pelo processo de silvicultura, estabelecendo assim uma condição de estabilidade no processo de cálculo de remoção. A diferença de estoque de carbono de pé entre 01/01/2020 e

31/12/2024, e as remoções totais de CO<sub>2</sub> nas florestas industriais, segundo as fórmulas abaixo:

Para o cálculo do estoque de carbono e seu equivalente em CO<sub>2</sub>, tanto na biomassa acima e abaixo do solo (*AGB* + *BGB*), foram empregados modelos matemáticos de crescimento. Estes modelos foram construídos de modo a estimar o estoque em toneladas de carbono (tC/ha) em função da idade do povoamento.

Um modelo foi ajustado para os dados de cada gênero com os dados do inventário florestal realizado no ano de 2018. A partir da data de plantio cadastrada, considerou-se o último dia do ano no período analisado para a determinação da idade.

A formulação matemática do modelo está apresentada abaixo:

$$C = \left( \beta_0 \cdot \exp \frac{-\beta_1}{I} \right) \cdot TC \quad (2)$$

Em que:

*C* = estoque de carbono (em tC/ha);

$\beta_0$  e  $\beta_1$  = parâmetros a estimar por regressão;

*I* = idade do povoamento (em anos);

*TC* = teor de carbono (em valores decimais).

O resultado do ajuste do modelo de crescimento para *Pinus* e *Eucalyptus* pode ser visto nas figuras 01 e 02, respectivamente, conforme será abordado a seguir.

Para o cálculo do estoque de carbono das florestas de Pinus, foi ajustada a seguinte equação ( $R^2 = 0,8145$  e  $Syx\% = 22,0\%$ ):

$$C = \left( 541,1039 \cdot \exp \frac{-13,7855}{I} \right) \cdot 0,4536 \quad (3)$$

Não houve diferenciação entre *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* para essa modelagem. Embora fosse desejável realizar estimativas para cada espécie, não havia dados disponíveis que permitissem ajustar equações específicas.

Para Eucalyptus, o ajuste resultou na seguinte equação de crescimento ( $R^2 = 0,8085$  e  $Syx\% = 26,9\%$ ):

$$C = \left( 580,9470 \cdot \exp \frac{-10,2181}{I} \right) \cdot 0,4630 \quad (4)$$

Em que:

$C$  = estoque de carbono (em tC/ha);

$I$  = idade do povoamento (em anos).

A determinação do estoque de carbono antes do ajuste da equação seguiu uma sequência de cálculos que está apresentada abaixo. Para tal, foram utilizados dados do inventário florestal contínuo realizado pela Irani nas florestas plantadas. A base de dados empregada foi aquela do inventário realizado durante o ano de 2018, último inventário com dados consolidados disponibilizado pela empresa.

O primeiro passo consistiu no emprego de uma equação de biomassa individual, na qual serviram como variáveis independentes o diâmetro à altura do peito ( $dap$ ) e a altura total ( $h$ ) de cada árvore mensurada.

Para Pinus empregou-se a equação publicado por LIMA (2014), a saber:

$$agb = 0,0225 \cdot dap^{1,8759} \cdot h^{0,7800} \quad (5)$$

Para Eucalyptus adotou-se a equação 6:

$$agb = -5,9515 + 1,18123 \cdot \ln(dap^2 \cdot h) \quad (6)$$

Em que:

$agb$  = biomassa individual acima do solo (em t);

$dap$  = diâmetro à altura do peito (em cm);

$h$  = altura total (em m).

Em seguida, empregou-se uma razão de expansão de raízes, também conhecida como *root-to-shoot ratio* ( $R$ ). Utilizou-se o valor *default* 0,17 obtido nas publicações de Sanquetta et al. (2011) e Sanquetta et al. (2018). O emprego de uma razão de expansão de raízes consiste na multiplicação da biomassa acima do solo ( $agb$ ) pelo valor de  $R$  para determinar a biomassa viva subterrânea ( $bgb$ ), conforme exposto a seguir:

$$bgb = agb \cdot R \quad (7)$$

Em que:

$agb$  = biomassa acima do solo (em t);

$R$  = razão de raízes (adimensional).

A partir do somatório das biomassas vivas acima ( $agb$ ) e abaixo do solo ( $bgb$ ), determinou-se o estoque de biomassa viva em cada talhão. Neste passo, foram desconsideradas todas as árvores mortas, conforme:

$$ABG_i + BGB_i = \sum_{j=1}^n (abg_{ij} + bgb_{ij}) \quad (8)$$

Em que:

$ABG$  = biomassa acima do solo do  $i$ -ésimo talhão (em t/ha);

$BGB$  = biomassa abaixo do solo do  $i$ -ésimo (em t/ha);

$abg$  = biomassa acima do solo da  $j$ -ésima árvore do  $i$ -ésimo talhão (em t);

$bgb$  = biomassa abaixo do solo da  $j$ -ésima árvore do  $i$ -ésimo talhão (em t).

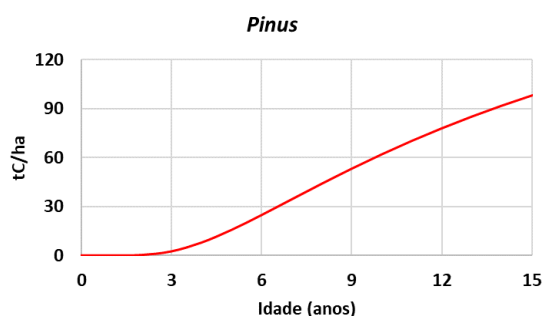
Para calcular o estoque de carbono de cada povoamento em cada ano (2015 a 2024), as biomassas vivas acima e abaixo do solo por hectare foram multiplicadas pelos teores de carbono ( $TC$ ) de cada gênero, conforme demonstrado a seguir.

$$C = AGB.TC \quad (9)$$

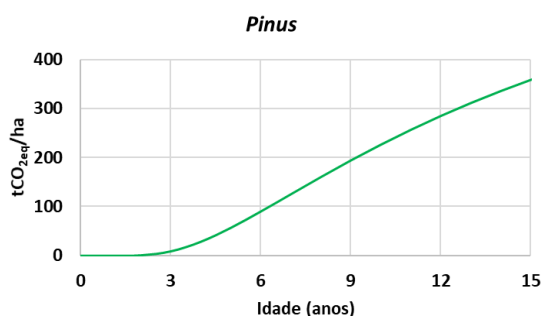
Os valores de  $TC$  foram extraídos da publicação de Sanquetta et al. (2018), 0,4536 para *Pinus* e 0,4630 para *Eucalyptus*.

A partir da equação aplicada a cada idade/ano de plantio, foi possível estimar o estoque de carbono por hectare das florestas de *Pinus* e *Eucalyptus* em toda a rotação, conforme nas figuras 01 e 02.

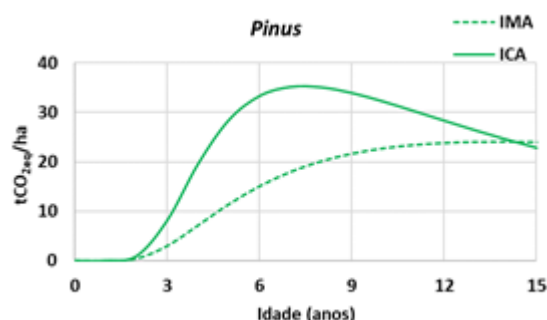
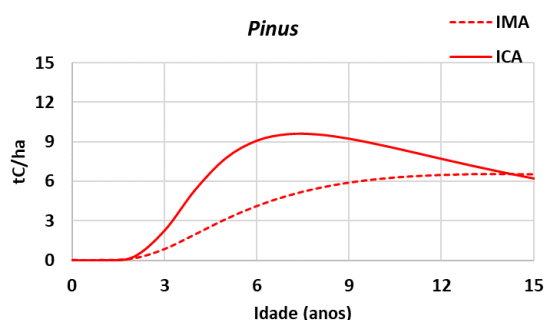
Com as estimativas por hectare em cada povoamento com diferentes idades e áreas, calcularam-se os estoques totais de carbono (em tC e tCO<sub>2e</sub>) para cada unidade (talhão/projeto/fazenda). Aos serem somados os valores a cada ano de análise (2015 a 2024), obtiveram-se os valores dos estoques totais, para cada gênero e suas respectivas somas.



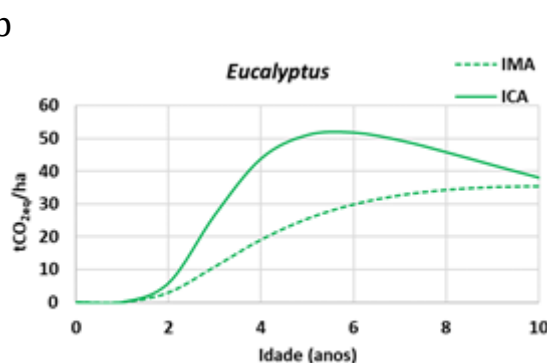
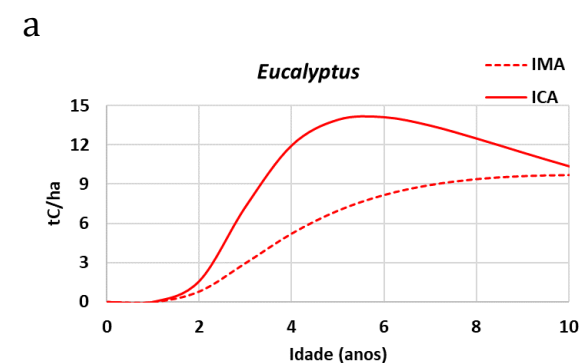
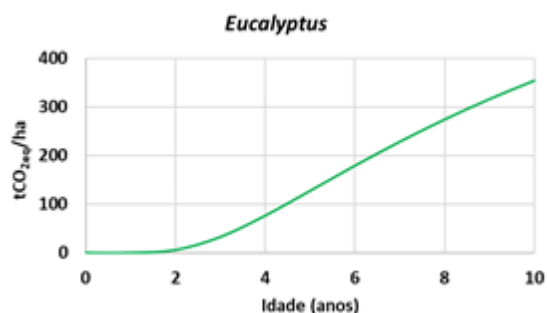
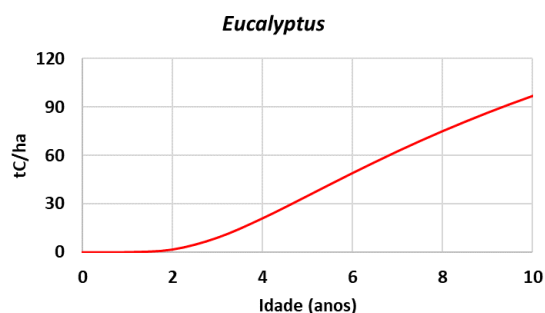
a



b



**Figura 01-** Curvas de estoque em C (a) e CO<sub>2e</sub> (b) e de incrementos anuais do estoque em C (c) e CO<sub>2e</sub> (d) para florestas de Pinus. ICA = incremento corrente anual; IMA = incremento médio anual



**Figura 02-** Curvas de estoque em C (a) e CO<sub>2e</sub>. (b) e de incrementos anuais do estoque em C (c) e CO<sub>2e</sub>. (d) para florestas de Eucalyptus. ICA = incremento corrente anual; IMA = incremento médio anual.

Aos valores de estoque de carbono na biomassa (*AGB* e *BGB*) de cada povoamento foram adicionados os valores correspondentes à necromassa não lenhosa (*LTR*) ou serapilheira (tabela 05), os quais foram tomados da literatura. Não foram considerados nesta análise os estoques de carbono na necromassa lenhosa (*DWR*) e carbono orgânico no solo (*SOC*), em face de não haver dados disponíveis.

**Tabela 05** – Valores *default* de estoque de carbono na serapilheira nas florestas plantadas

| Idade (anos) | <i>Pinus</i> (tC/ha) | <i>Eucalyptus</i> (tC/ha) |
|--------------|----------------------|---------------------------|
| 1            | 1,54                 | 0,83                      |
| 2            | 3,09                 | 1,65                      |
| 3            | 4,63                 | 2,14                      |
| 4            | 6,18                 | 2,62                      |
| 5            | 7,72                 | 3,7                       |
| 6            | 7,81                 | 4,78                      |
| 7            | 7,90                 | 5,14                      |
| 8            | 8,00                 | 5,5                       |
| 9            | 8,09                 | 5,86                      |
| 10           | 8,18                 | 6,22                      |
| 11           | 8,27                 | 6,58                      |
| 12           | 8,37                 | 6,94                      |
| 13           | 8,46                 | 7,3                       |
| 14           | 8,55                 | 7,66                      |
| 15           | 8,64                 | 8,02                      |
| >15          | 8,64                 | 8,02                      |

### 4.3 Estoque de Carbono e CO<sub>2</sub>e nas Florestas Nativas

A Irani não realiza inventário florestal nas áreas cobertas por florestas nativas. Portanto, não há disponibilidade de dados dendrométricos primários para as fazendas. Por este motivo, foram adotados valores médios de estoque de carbono por hectare obtidos na literatura.

O estoque médio de carbono na biomassa viva aérea (AGB, aboveground biomass em inglês) e subterrânea (BGB, belowground biomass em inglês) foi calculado com base nos estudos desenvolvidos por SANQUETTA et al. (2002). AGB é composta de fuste (tronco), galhos, folhas e miscelâneas (flores, frutos, brotos, etc.), enquanto BGB corresponde às raízes.

Um valor médio de estoque de carbono foi atribuído para cada hectare de floresta nativa, considerando as duas classes de estágio de sucessão ecológica: 1. Inicial e 2. Médio/Avançado:

- Florestas em estágio inicial: AGB + BGB = 28,84 tC/ha;
- Florestas em estágio médio/avançado: AGB + BGB = 117,63 tC/ha.

Sendo tC/ha = toneladas (ou megagramas) de carbono por hectare.

As florestas em estágio inicial de sucessão, por serem menos desenvolvidas, possuem menor estoque de carbono. As florestas mais desenvolvidas (em estágio médio/avançado) apresentam maior estoque.

Ademais, foram contabilizados os estoques de carbono na necromassa lenhosa (DWR, deadwood em inglês) e não lenhosa (LTR, litter em inglês). Esses reservatórios também estocam carbono e devem ser contabilizados nos correspondentes cálculos, tanto quanto possível, conforme definido pelo IPCC. Outro reservatório de carbono nas florestas a ser considerado é o carbono orgânico no solo (SOC, do inglês soil organic carbon). Porém, como não existem dados específicos sobre SOC, este reservatório foi excluído das análises.

Assim, foram atribuídos valores médios de estoque de DWR e LTR para cada hectare de floresta. Os estudos desenvolvidos por MAAS (2015) e DEUS et al. (2018) foram consultados e os valores apresentados nessas publicações foram usados como default. Para a DWR atribuiu-se um valor único de estoque, independente do estágio de sucessão, sendo este igual a 5,74 tC/ha. Para LTR foram atribuídos os seguintes valores:

- Florestas em estágio inicial: LTR = 7,90 tC/ha;
- Florestas em estágio médio/avançado: LTR = 8,10 tC/ha.

O presente relatório técnico contemplou, portanto, os seguintes componentes: biomassa viva aérea (AGB), biomassa viva subterrânea (BGB), necromassa lenhosa (DWR) e necromassa não lenhosa – serapilheira (LTR). O solo (SOC) não foi contemplado.

Em seguida, os estoques de carbono foram convertidos para a unidade de CO<sub>2</sub> equivalente. A medida de CO<sub>2</sub> equivalente nada mais é do que uma métrica para equalizar as emissões de vários GEE (gases de efeito estufa) com base na relativa importância de cada gás. A composição da molécula de dióxido de carbono consiste em dois átomos de oxigênio e um único átomo de carbono. O carbono possui massa molar igual a 12, enquanto o oxigênio possui uma massa molar de 16. Portanto, cada unidade de massa de carbono fixada em material vegetal corresponde a 3,6666... unidades de massa de CO<sub>2</sub>.

A conversão de estoque de carbono para CO<sub>2</sub> equivalente é realizado a partir da seguinte equação:

$$CO2eq.=C.4412 \text{ (1)}$$

Em que: CO<sub>2</sub>e = unidade de massa de CO<sub>2</sub> equivalente (em t); C = unidade de massa de carbono (em t); 44 = soma do peso molecular de uma molécula de Carbono (C) + duas moléculas de Oxigênio (O<sub>2</sub>); 12 = peso molecular de um átomo de Carbono (C).

## 5. Resultados

### 5.1 Cálculo de Emissões ou Remoções

Para o ano de 2024, não houve mudanças em metodologia de cálculo das remoções comparado com 2023.

Para os cálculos realizados foi empregada a metodologia consagrada nos guias de inventários de emissões de gases de efeito estufa publicados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Foram utilizados dados cadastrais e do último inventário florestal consolidado da empresa, fornecidos pela Irani.

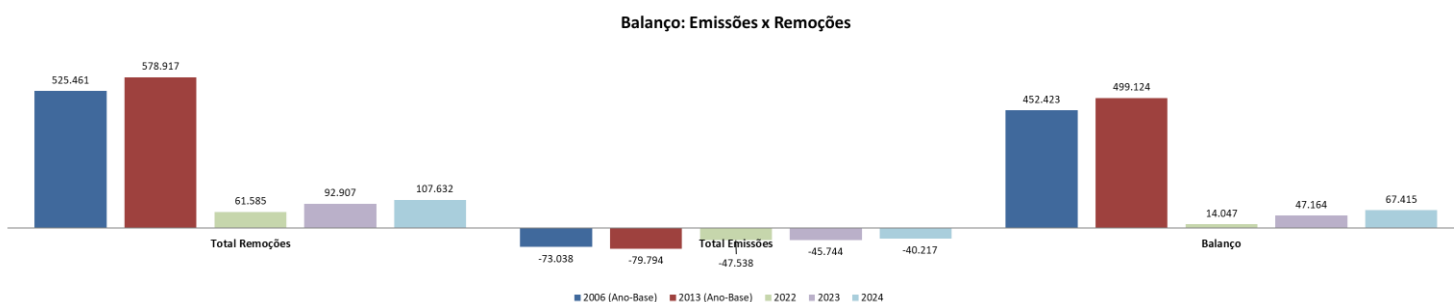
### 5.2 Resultados Comparativos – Ano Base

A análise do balanço final entre remoções e emissões da *Irani Papel e Embalagem S.A.* em 2024 revelou que as remoções superaram as emissões relacionadas ao escopo 1 e 2 em **67.415 tCO<sub>2</sub>e**, figura 03.

Com relação as emissões de gases de efeito estufa, reduzimos em **45%** quando comparadas ao primeiro ano base – 2006, e **49,6%** comparado ao segundo ano base – 2013.

As remoções sofreram grandes variações quando comparadas aos anos bases devido a mudança de metodologia de cálculo, conforme relatado no item 4.2.

**Figura 03 - Balanço total de emissões e remoções**



### 5.3 Remoções

No ano de 2024, as remoções líquidas de carbono totalizaram **107.631 tCO<sub>2</sub>e**, sendo atribuídas às florestas plantadas de pinus e eucalipto nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, bem como às florestas nativas localizadas em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, quando comparado ao ano anterior nossas remoções tiveram um aumento de 13%. Adicionalmente, observamos um aumento significativo em nosso estoque total de carbono, que alcançou **11.050.684 tCO<sub>2</sub>e**, representando um incremento de 5,3% em comparação com o ano anterior, distribuídas em 32.754 hectares. Em 2024, foi desenvolvido a metodologia de cálculo de remoção anual em nossos 1.565 hectares de florestas nativas no Rio Grande do Sul, incorporados como uma nova fonte de sumidouro de carbono.

**Tabela 06 – Remoção Líquida Total**

| RESULTADO FINAL - IRANI S.A    |          |                                         |           |         |
|--------------------------------|----------|-----------------------------------------|-----------|---------|
| Sítio                          | Unidade: | Remoções Líquidas- Diferença de Estoque |           |         |
|                                |          | Pinus                                   | Eucalipto | Nativas |
| Plantadas (Próprias+Parcerias) | SC       | -2.590                                  | -21.834   | 57.015  |
| Plantas (Própria)              | RS       | 69.883                                  | 1,24      | 5.156   |
|                                |          | 67.294                                  | -21.833   | 62.171  |
| Total em tCO <sub>2</sub> :    |          | 107.632                                 |           |         |

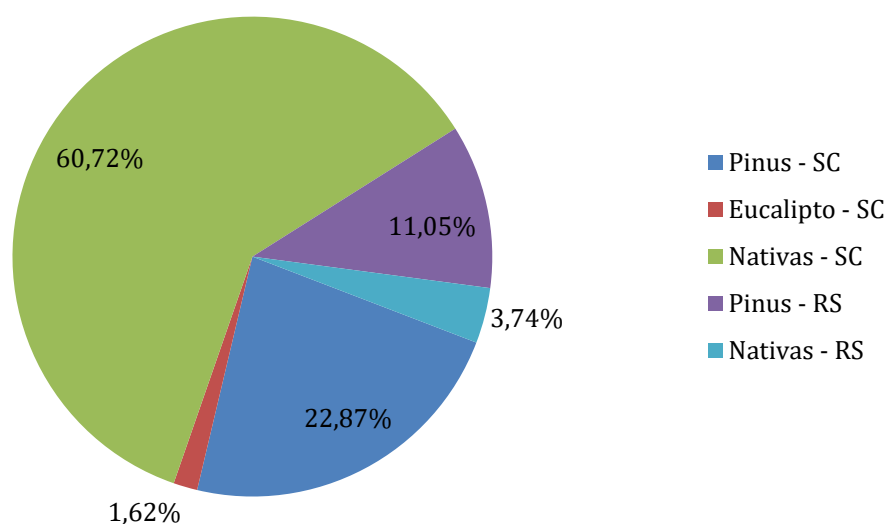
**OBS:** Valores negativos significam redução do estoque de carbono, ocorrendo principalmente em áreas de reflorestamento, onde ocorre o manejo silvicultural.

O maior estoque de carbono da Irani está situado nas florestas nativas de Santa Catarina, representando 60,72% do total, seguida pelas florestas plantadas em Santa Catarina, que correspondem a 24,5%, e pelas florestas plantadas no Rio Grande do Sul, com 11,05% do total. Demonstrado na tabela 07 e figura 04.

**Tabela 07 – Estoque de Carbono**

| Estoque de carbono por espécie e região |                   |             |               |                |
|-----------------------------------------|-------------------|-------------|---------------|----------------|
| Espécie/Local                           | Estoque tCO       | %           | Área (ha)     | % Área         |
| Pinus - SC                              | 2.527.494         | 22,87%      | 13.034        | 27,57%         |
| Eucalipto - SC                          | 178.814           | 1,62%       | 1.289         | 2,73%          |
| Nativas - SC                            | 6.710.098         | 60,72%      | 14.519        | 30,71%         |
| Pinus - RS                              | 1.221.437         | 11,05%      | 3.912         | 8,27%          |
| Nativas - RS                            | 412.867           | 3,74%       | 14.519        | 30,71%         |
| <b>Total</b>                            | <b>11.050.710</b> | <b>100%</b> | <b>47.273</b> | <b>100,00%</b> |

**Percentual de Estoque por Espécie**



**Figura 04 – Percentual de Estoque de Carbono**

Na tabela 08, é possível observar as remoções líquidas, destacando-se que as florestas plantadas de Santa Catarina removem menos carbono do que as da unidade Florestal RS. Embora a área (ha) de floresta plantada (pinus e eucalipto) em Santa Catarina seja 72% superior à do Rio Grande do Sul, a atividade de extração de madeira para envio à planta industrial da Papel SC resulta em uma considerável diferença. Esse processo faz com que as florestas plantadas de Santa Catarina sejam consideradas biogênicas, com níveis baixos de remoção, dependendo do planejamento silvicultural; ou seja, constantemente estamos plantando um novo estoque enquanto colhemos um estoque antigo.

Por outro lado, a base de florestas nativas sofre apenas remoção, sem perda de estoque, resultando apenas em um incremento de carbono, já que não sofrem qualquer tipo de interferência. Uma situação semelhante ocorre com as florestas de pinus da Unidade Florestal RS, que são utilizadas para extração de resina, sofrendo apenas cortes pontuais. Isso faz com que a perda de estoque seja baixa ou nula, dependendo do ano.

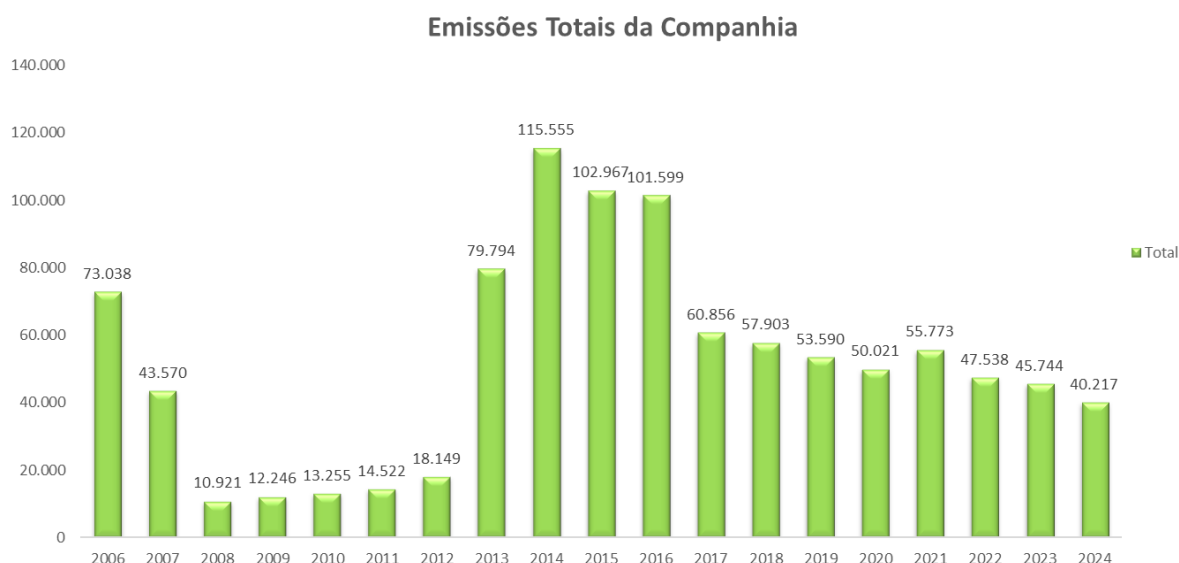
**Tabela 08 – Remoções Líquidas**

| Estado       | Pinus         |                   | Eucalyptus   |                   | Nativas       |                   | Total         |                                     |
|--------------|---------------|-------------------|--------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------------------------|
|              | Área (ha)     | tCO <sub>2e</sub> | Área (ha)    | tCO <sub>2e</sub> | Área (ha)     | tCO <sub>2e</sub> | Área (ha)     | Remoções Líquidas tCO <sub>2e</sub> |
| SC           | 13.034,14     | -2.590            | 1.288,62     | -21.834           | 14.519        | 57.015            | 28.841,88     | 32.591                              |
| RS           | 3.911,72      | 69.883            | 0            | 1,24              | 1454,11       | 5.156             | 5.365,83      | 75.041                              |
| <b>Total</b> | <b>16.946</b> | <b>67.294</b>     | <b>1.289</b> | <b>-21.833</b>    | <b>14.519</b> | <b>62.171</b>     | <b>34.208</b> | <b>107.632</b>                      |

## 5.4 Emissões

As emissões da companhia do escopo 1 e escopo 2 totalizaram **40.217 tCO<sub>2e</sub>**. Este resultado representa uma redução de **49,6%** em comparação com o verificado em 2013 e uma diminuição de **12,08%** em relação ao ano anterior, conforme detalhado na tabela 09 e ilustrado na figura 05.

**Figura 05 – Evolução das Emissões ao longo do tempo – tCO<sub>2e</sub>**



**Tabela 09 – Categorias de Emissões - tCO<sub>2</sub>e**

| Ano               | Emissões Diretas E1 | Emissões indiretas - Energia E2 | Total   |
|-------------------|---------------------|---------------------------------|---------|
| 2006              | 71.850              | 1.188                           | 73.038  |
| 2007              | 42.557              | 1.013                           | 43.570  |
| 2008              | 8.441               | 2.480                           | 10.921  |
| 2009              | 10.846              | 1.400                           | 12.246  |
| 2010              | 10.823              | 2.432                           | 13.255  |
| 2011              | 13.003              | 1.520                           | 14.522  |
| 2012              | 17.454              | 695                             | 18.149  |
| 2013              | 72.515              | 7.279                           | 79.794  |
| 2014              | 103.383             | 12.172                          | 115.555 |
| 2015              | 90.007              | 12.959                          | 102.967 |
| 2016              | 87.876              | 13.723                          | 101.599 |
| 2017              | 50.689              | 10.167                          | 60.856  |
| 2018              | 49.855              | 8.047                           | 57.903  |
| 2019              | 45.611              | 7.979                           | 53.590  |
| 2020              | 43.320              | 6.702                           | 50.021  |
| 2021              | 41.827              | 13.946                          | 55.773  |
| 2022              | 43.255              | 4.282                           | 47.538  |
| 2023              | 41.684              | 4.060                           | 45.744  |
| 2024              | 36.042              | 4.176                           | 40.217  |
| <b>Comparação</b> |                     |                                 |         |
| Ano Base 2006     | -49,84%             | 251,48%                         | -44,94% |
| Ano Base 2013     | -50,30%             | -42,63%                         | -49,60% |
| Ano 2024          | -13,54%             | 2,86%                           | -12,08% |

**Nota:** E1= Escopo 01; E2= Escopo 02;

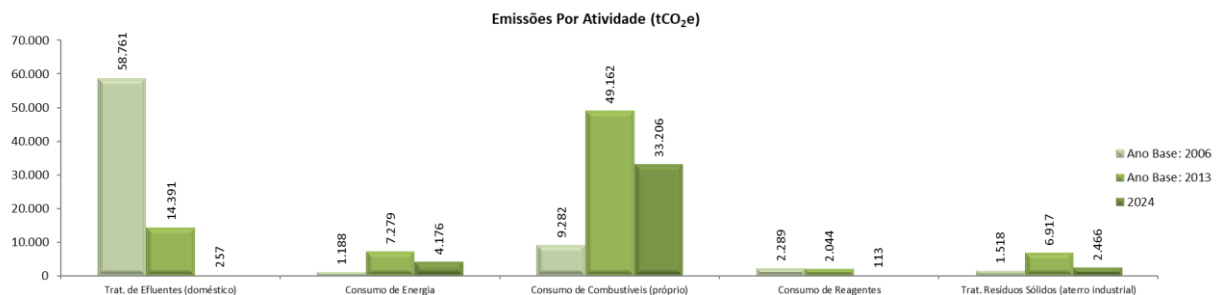
A partir de 2007, com a modernizada a estação de tratamento de efluentes da unidade Papel SC houve redução das emissões diretas (escopo 01), sendo estas impactadas em 2013 por conta das novas unidades de negócio da empresa, a unidade Papel MG e Embalagem Vila Maria SP. No ano de 2017 as emissões diretas reduziram significativamente na unidade Resina RS, a qual deixou de realizar tratamento biológico anaeróbico de seus efluentes e lança-lo em corpo hídrico para utiliza-lo em irrigação no plantio de pinus na área Florestal RS. Também houve redução significativa das emissões na unidade Papel MG em função da correção no cálculo de consumo de gás natural. As Emissões Indiretas por Energia reduziram em decorrência do fator médio de emissão do Grid, justificado pelo maior uso de energia renovável no país no ano de 2017 devido excesso de chuvas, sendo pouco acionadas as termoelétricas. Já as Emissões Indiretas por Outras Fontes aumentaram, principalmente em

função da contabilização do consumo de diesel pelo transporte de resíduos da unidade de Indaiatuba - SP. Outro fator importante a ser considerado no histórico da companhia foi o encerramento das atividades da unidade Embalagem Vila Maria – SP, em 2019, impactando diretamente na redução das emissões totais.

A variação de cada uma das categorias de emissão está demonstrada na tabela 10 e figura 06.

**Tabela 10 – Emissões por Atividade– tCO<sub>2</sub>e**

| Categorias                                 | Ano Base: | Ano    |        |        |        |        |        | Ano Base: | Ano     |         |         |        |        |        |        |        |        |        | Variação %<br>2006 e 2024 | Variação %<br>2013 e 2024 | Variação %<br>2023 e 2024 |         |
|--------------------------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|
|                                            |           | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   |           |         |         |         |        |        |        |        |        |        |        |                           |                           |                           |         |
|                                            |           |        |        |        |        |        |        |           | 2013    | 2014    | 2015    | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   |                           |                           |                           | 2023    |
| Trat. de Efluentes (doméstico)             | 58.761    | 28.966 | 222    | 187    | 509    | 1.383  | 5.012  | 14.391    | 31.135  | 15.323  | 24.244  | 790    | 788    | 276    | 237    | 266    | 224    | 257    | 257                       | -99,56%                   | -98,21%                   | 0,00%   |
| Consumo de Energia                         | 1.188     | 1.013  | 2.480  | 1.400  | 2.432  | 1.520  | 0      | 7.279     | 12.172  | 12.959  | 13.723  | 10.167 | 8.047  | 7.979  | 6.702  | 13.946 | 4.282  | 4.060  | 4.176                     | 251,48%                   | -42,63%                   | 2,86%   |
| Consumo de Combustíveis (próprio)          | 9.282     | 7.811  | 4.589  | 5.700  | 4.062  | 4.480  | 4.856  | 49.162    | 63.241  | 65.433  | 56.319  | 42.034 | 40.108 | 39.941 | 38.312 | 37.070 | 38.624 | 37.509 | 33.206                    | 257,74%                   | -32,46%                   | -11,47% |
| Consumo de Reagentes                       | 2.289     | 3.275  | 174    | 199    | 453    | 857    | 756    | 2.044     | 2.060   | 1.880   | 1.137   | 1.238  | 900    | 994    | 924    | 1.343  | 1.354  | 1.155  | 113                       | -95,05%                   | -94,46%                   | -90,20% |
| Trat. Resíduos Sólidos (aterro industrial) | 1.518     | 2.504  | 3.456  | 4.760  | 5.799  | 6.282  | 6.830  | 6.917     | 6.947   | 7.371   | 6.176   | 6.626  | 7.004  | 4.401  | 3.847  | 3.147  | 3.053  | 2.763  | 2.466                     | 62,43%                    | -64,35%                   | -10,76% |
| Total                                      | 73.038    | 43.569 | 10.921 | 12.246 | 13.255 | 14.522 | 17.454 | 79.794    | 115.555 | 102.966 | 101.599 | 60.856 | 56.846 | 53.590 | 50.021 | 55.773 | 47.538 | 45.744 | 40.217                    | -44,94%                   | -49,60%                   | -12,08% |



**Figura 06 – Comparativo entre as categorias**

Na tabela 11, a análise geral sobre os principais motivos que ocorreram mudanças significativas nas emissões em relação ao ano anterior.

**Tabela 11 – Análise de causas para a variação observada nas emissões.**

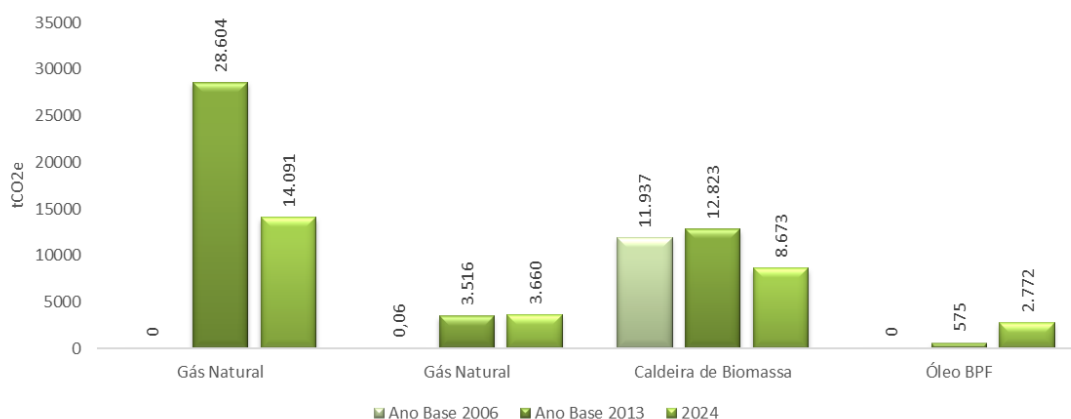
| Atividades                          | Causas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Combustível Estacionário- Escopo 01 | <p>Na Unidade Embalagem SC ocorreu uma redução no consumo do óleo BPF utilizado na caldeira, devido a unidade Papel SC estar suprimindo a demanda de vapor da fábrica. Houve também a redução de consumo de óleo BPF na Unidade Papel SC após a estabilização na operação da Caldeira de Recuperação.</p> <p>Na Unidade Papel MG, observamos um aumento na produção líquida de 12,8%, resultando diretamente no aumento do efluente gerado, produtos químicos e gás natural utilizado na caldeira. Ainda nesta unidade, em 2024, o gerador utilizado para captação de água operou ao longo do ano utilizando exclusivamente diesel, o que resultou na emissão de 90tCO<sub>2</sub>e em relação 2023.</p> |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Energia - Escopo 2 | A emissão de dióxido de carbono equivalente (CO <sub>2</sub> e) derivada do consumo de energia aumentou em relação ao ano anterior, devido ao aumento do fator de emissão do Sistema Interligado Nacional (GRID) e aumento de 13,47% na compra de energia do GRID. Visando a compensação das emissões relativas à compra de energia de terceiros, obtivemos a aquisição de Certificados de Energia Renovável (I-RECs) pela unidade Embalagem Indaiatuba SP, Escritório administrativo SC e Florestal SC, os quais contribuem com a nossa estratégia de descarbonização. |
| Escopo 03          | No ano de 2024 ampliamos a quantificação das emissões do escopo 3 para todas as categorias aplicáveis ao nosso negócio. As categorias já quantificadas foram aprimoradas e foram incluído 05 (cinco) novas categorias.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Na tabela 12 e figura 07, temos listadas as quatro maiores fontes de emissão do ano, comparando com os anos base. Em 2006 não tínhamos o consumo de Gás Natural.

**Tabela 12 – Quatro maiores fontes de emissão da companhia – tCO<sub>2</sub>e**

| Unidade Operacional  | Fonte de Emissão     | Ano Base 2006 | Ano Base 2013 | 2023   | 2024   | Variação % entre 2013 e 2024 |
|----------------------|----------------------|---------------|---------------|--------|--------|------------------------------|
| Papel - MG           | Gás Natural          | 0             | 28.604        | 13.345 | 14.091 | -50,74%                      |
| Embalagem Indai - SP | Gás Natural          | 0,06          | 3.516         | 3.733  | 3.660  | 4,11%                        |
| Papel - SC           | Caldeira de Biomassa | 11.937        | 12.823        | 10.183 | 8.673  | -32,36%                      |
| Papel - SC           | Óleo BPF             | 0             | 575           | 5.216  | 2.772  | 382,28%                      |



**Figura 07 – Comparativo entre as maiores fontes de emissão (tCO<sub>2</sub>e)**

A partir de 2024, avançamos na melhoria contínua do processo de Inventário de Gases de Efeito Estufa, aprimorando o monitoramento e quantificação de todas as categorias do escopo 3 (terceira parte) aplicáveis ao nosso negócio, conforme a metodologia GHG Protocol,

incluindo 05 novas categorias. Este trabalho trouxe uma visão global de toda a nossa cadeia de valor, a qual até então não tínhamos o mapeamento completo das emissões.

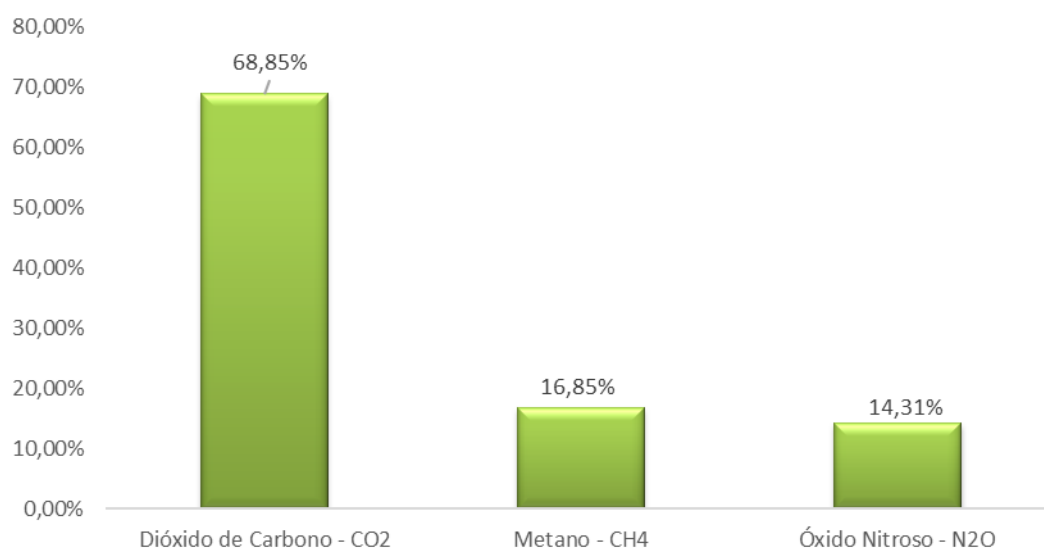
A estratificação dos resultados referente ao escopo 3 está detalhado no item 5.4.4.

#### 5.4.1 Por tipo de Gás

O Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) foi o principal gás de efeito estufa emitido pelas atividades da companhia. As atividades que mais contribuíram para tais emissões foram: Consumo de Combustíveis e Consumo de Energia. O Metano foi o segundo principal gás emitido no período, por conta das atividades de Tratamento de Resíduos Sólidos e Tratamento de Efluentes, principalmente. As emissões de Óxido Nitroso responderam por uma pequena parte das emissões totais da companhia e foram provenientes das atividades de Consumo de Combustíveis. Na tabela 13 e figura 08, temos os três gases principais em cada unidade operacional considerando o Escopo 1 e 2.

**Tabela 13** – Quantidade de GEE por unidade em função do tipo de gás emitido pela companhia

| Quantidade em tCO <sub>2</sub> e |                                      |                          |                                  |                                          |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|
| Unidades:                        | Dióxido de Carbono - CO <sub>2</sub> | Metano - CH <sub>4</sub> | Óxido Nitroso - N <sub>2</sub> O | Emissão Por Unidade (tCO <sub>2</sub> e) |
| Papel                            | 5.839                                | 6.435                    | 5.675                            | 17.948                                   |
| Emb_SC                           | 974                                  | 172                      | 2                                | 1.149                                    |
| Florestal SC                     | 850                                  | 2                        | 15                               | 866                                      |
| Florestal RS                     | 0                                    | 0                        | 0                                | 0                                        |
| Resinas RS                       | 247                                  | 71                       | 49                               | 367                                      |
| Adm                              | 13                                   | 0                        | 0                                | 14                                       |
| Emb_SP                           | 3.977                                | 60                       | 4                                | 4.041                                    |
| Papel_MG                         | 15.789                               | 35                       | 9                                | 15.833                                   |
| <b>TOTAL</b>                     | <b>27.688,24</b>                     | <b>6.775,26</b>          | <b>5.753,65</b>                  | <b>40.217,15</b>                         |
| Percentual de Gases              |                                      |                          |                                  |                                          |
|                                  | CO <sub>2</sub>                      | CH <sub>4</sub>          | N <sub>2</sub> O                 |                                          |
|                                  | <b>68,85%</b>                        | <b>16,85%</b>            | <b>14,31%</b>                    |                                          |



**Figura 08** – Percentual da atuação de cada gás de GEE

A tabela 14 apresenta o compilado de todas as fontes de emissões da companhia.

**Tabela 14 – Emissões Totais da companhia**

| Escopo   | CATEGORIA                       | TIPO DE ATIVIDADE                                | OBJETO                        | EMISSIONES            |          |          |          |            |       |          |           | RESULTADO |                            |
|----------|---------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|------------|-------|----------|-----------|-----------|----------------------------|
|          |                                 |                                                  |                               | UNIDADES OPERACIONAIS |          |          |          |            |       |          |           | SUBTOTAL  | TOTAL (tCO <sub>2e</sub> ) |
|          |                                 |                                                  |                               | PAPEL SC              | EMB. SC  | FLOR. SC | FLOR. RS | RESINAS-RS | ADM   | EMB. SP  | PAPEL MG  |           |                            |
| Escopo 1 | EMISSIONES DIRETAS              | COMBUSTIVEL MÓVEL                                | DIESEL                        | 154,23                |          | 794,88   |          | 167,61     |       |          | 7,57      | 1.124,30  | 36.041,55                  |
|          |                                 |                                                  | BIODIESEL*                    | 0,13                  |          | 0,69     |          | 0,35       |       |          | 0,01      | 1,19      |                            |
|          |                                 |                                                  | GASOLINA                      | 68,68                 | 40,85    | 69,58    |          | 37,32      | 13,68 | 48,57    | 2,17      | 280,84    |                            |
|          |                                 |                                                  | ETANOL*                       | 0,10                  | 0,11     | 0,07     |          | 0,09       | 0,02  | 0,41     | 0,04      | 0,85      |                            |
|          |                                 |                                                  | GLP - Emp.                    | 400,42                | 385,41   |          |          | 19,84      |       | 265,80   | 167,91    | 1.239,38  |                            |
|          |                                 | COMBUSTIVEL ESTACIONÁRIO                         | GÁS NATURAL                   |                       |          |          |          |            |       | 3.660,10 | 14.090,55 | 17.750,64 |                            |
|          |                                 |                                                  | DIESEL                        |                       |          |          |          |            |       | 0,00     | 154,74    | 154,74    |                            |
|          |                                 |                                                  | BIODIESEL*                    |                       |          |          |          |            |       |          | 0,13      | 0,13      |                            |
|          |                                 |                                                  | ÓLEO BPF                      | 2.771,69              | 170,38   |          |          |            |       |          |           | 2.942,06  |                            |
|          |                                 |                                                  | BIOMASSA                      | 8.673,06              |          |          |          | 81,62      |       |          |           | 8.754,68  |                            |
|          |                                 |                                                  | LICOR NEGRO                   | 956,73                |          |          |          |            |       |          |           | 956,73    |                            |
|          |                                 | REAGENTES [1]                                    | Produtos químicos; Acetileno; | 1,77                  | 7,93     | 1,45     |          | 0,00       |       | 15,26    | 86,82     | 113,23    |                            |
|          |                                 | TRAT. RES. SÓLIDOS                               | RESIDUOS GERADO 2015          | 245,33                | 2,62     |          |          |            |       |          |           | 247,96    |                            |
|          |                                 |                                                  | RESIDUOS GERADO 2016          | 272,88                | 3,74     |          |          |            |       |          |           | 276,62    |                            |
|          |                                 |                                                  | RESIDUOS GERADO 2017          | 291,03                | 4,71     |          |          |            |       |          |           | 295,74    |                            |
|          |                                 |                                                  | RESIDUOS GERADO 2018          | 259,59                | 3,81     |          |          |            |       |          |           | 263,41    |                            |
|          |                                 |                                                  | RESIDUOS GERADO 2019          | 288,14                | 4,54     |          |          |            |       |          |           | 292,68    |                            |
|          |                                 |                                                  | RESIDUOS GERADO 2020          | 324,76                | 7,10     |          |          |            |       |          |           | 331,86    |                            |
|          |                                 |                                                  | RESIDUOS GERADO 2021          | 229,57                | 42,41    |          |          |            |       |          |           | 271,97    |                            |
|          |                                 |                                                  | RESIDUOS GERADO 2022          | 210,71                | 28,27    |          |          |            |       |          |           | 238,97    |                            |
|          |                                 |                                                  | RESIDUOS GERADO 2023          | 144,13                | 13,36    |          |          |            |       |          |           | 157,49    |                            |
|          |                                 |                                                  | RESIDUOS GERADO 2024          | 79,02                 | 9,90     |          |          |            |       |          |           | 88,92     |                            |
|          |                                 | TRAT. EFL. LÍQ. SANITÁRIO                        | EFLUENTE DOMESTICOS           | 109,37                | 40,87    |          |          | 33,95      |       | 50,21    | 22,75     | 257,15    |                            |
| Escopo 2 | EMISSIONES INDIRECTAS - ENERGIA | ENERGIA - Abordagem Baseada na Localização       | ELETRICIDADE                  | 2.466,89              | 382,53   | 1,10     |          | 26,31      | 2,07  | 427,75   | 1.299,86  | 4.606,51  | 4.606,51                   |
| Escopo 2 | EMISSIONES INDIRECTAS - ENERGIA | ENERGIA - Abordagem Baseada na Escolha de Compra | ELETRICIDADE                  | 2.466,89              | 382,53   | 0,00     |          | 26,31      | 0,00  | 0,00     | 1.299,86  | 4.175,60  | 4.175,60                   |
| TOTAL    |                                 |                                                  |                               | 17.948,22             | 1.148,53 | 866,68   |          | 367,10     | 13,70 | 4.040,36 | 15.832,56 | 40.217,15 | 40.217,15                  |

Obs.[1]: Consumo de Reagentes são contabilizados os produtos que na sua decomposição ou aquecimento emitem Gases contemplados no protocolo de Quioto..

Obs.[2]: A companhia é obrigada a seguir as normas do ISO 14064 e GHG Protocol para contabilizar as emissões do Escopo 1 e 2. O Escopo 3 não é obrigatório, porém ao longo dos anos estamos contabilizando e incrementando o mapeamento das fontes de emissão

## 5.4.2 Escopo 1 – Emissões Diretas

As emissões diretas da companhia representaram **89,62%** do total das emissões contabilizados. Na tabela 15 abaixo é apresentado todos os escopos com seus percentuais ao longo dos anos.

**Tabela 15 – Percentual de Emissão por Escopo**

| Escopo de Emissões | Representatividade por Escopo |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                    | 2006                          | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   |
| Escopo 1           | 98,37%                        | 97,68% | 77,29% | 88,57% | 81,65% | 89,54% | 96,17% | 90,88% | 89,47% | 87,41% | 86,49% | 83,29% | 86,10% | 85,11% | 86,60% | 75,00% | 90,99% | 91,13% | 89,62% |
| Escopo 2           | 1,63%                         | 2,32%  | 22,71% | 11,43% | 18,35% | 10,46% | 3,83%  | 9,12%  | 10,53% | 12,59% | 13,51% | 16,71% | 13,90% | 14,89% | 13,40% | 25,00% | 9,01%  | 8,87%  | 10,38% |

## 5.4.3 Escopo 2 – Emissões Indiretas por Energia

Monitoramos em todas as unidades operacionais e administrativas o consumo de energia. Houve redução nas emissões de 2024 comparado com 2013 (ano base) de **36,71%**, e aumento de 13,47% em relação ao ano anterior, sendo consideradas também as unidades que utilizam fontes de energia incentivada.

Outra iniciativa da companhia, foi a aquisição de Certificados de Energia Renovável – I<sup>o</sup> RECs para a unidade industrial Embalagem SP, Escritório Administrativo SC e Florestal SC, com isso buscamos contribuir para o aumento da produção de energia renovável no país e mitigar nossas emissões relativas ao escopo 02 e compensar as emissões da unidade em questão.

Estudos futuros estão sendo planejados dentro da companhia, com o intuito de tornar as unidades operacionais autossuficientes e com isso zerar a compra de energia do GRID.

**Tabela 16** – Emissões de GEE por Energia e Fator de Emissão do *Grid*

| Ano                  | tCO <sub>2e</sub> | Média- tCO <sub>2e</sub> /MWh |
|----------------------|-------------------|-------------------------------|
| 2006                 | 1.188,00          | 0,03                          |
| 2007                 | 1.013,00          | 0,03                          |
| 2008                 | 2.480,00          | 0,05                          |
| 2009                 | 1.400,00          | 0,02                          |
| 2010                 | 2.432,00          | 0,05                          |
| 2011                 | 1.519,53          | 0,03                          |
| 2012                 | 0,00              | 0,07                          |
| 2013                 | 7.278,54          | 0,10                          |
| 2014                 | 12.171,95         | 0,14                          |
| 2015                 | 12.959,30         | 0,13                          |
| 2016                 | 13.723,30         | 0,14                          |
| 2017                 | 10.167,20         | 0,09                          |
| 2018                 | 8.047,06          | 0,08                          |
| 2019                 | 7.979,45          | 0,08                          |
| 2020                 | 6.701,97          | 0,06                          |
| 2021                 | 13.945,79         | 0,13                          |
| 2022                 | 4.282,44          | 0,043                         |
| 2023                 | 4.059,51          | 0,039                         |
| 2024                 | 4.606,51          | 0,054                         |
| <b>% 2013 - 2024</b> | <b>-36,71%</b>    |                               |
| <b>% 2023 - 2024</b> | <b>13,47%</b>     |                               |

Na tabela 17 temos as emissões detalhadas por unidades operacionais e administrativa, sem considerar a aquisição dos Certificados de Energia Renovável – I´RECs para a unidade industrial Embalagem SP, Escritório Administrativo SC e Florestal SC. Na figura 9, comparativo entre as unidades, vale ressaltar que a Unidade Papel SC é a maior consumidora e a menor é a Unidade Florestal SC.

**Tabela 17** – Emissões por Unidade Operacional

| UNIDADE         | tCO <sub>2e</sub> |
|-----------------|-------------------|
| Papel           | 2466,89           |
| Embalagem SC    | 382,53            |
| Florestal SC    | 1,10              |
| Resinas RS      | 26,31             |
| Administrativos | 2,07              |
| Embalagem SP    | 427,75            |
| Papel MG        | 1299,86           |

### Distribuição por Unidade Operacional

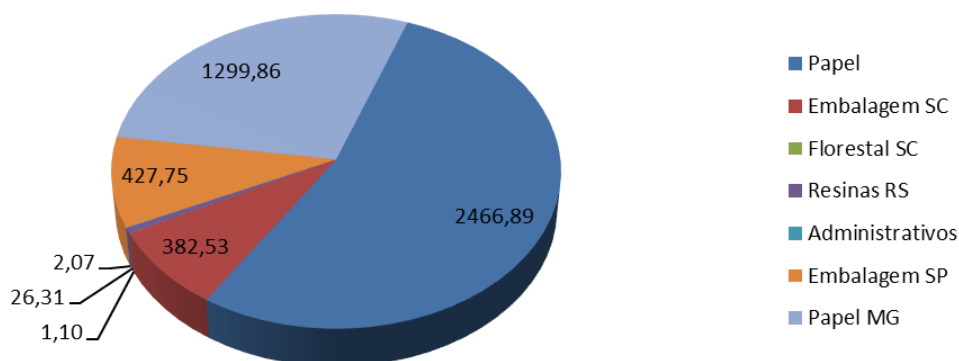


Figura 09 – Percentual de emissão entre as unidades – tCO<sub>2</sub>e

Com relação à energia consumida pela companhia, temos algumas observações importantes, pois a aquisição se dá sobre algumas formas e obrigações. Abaixo segue as considerações:

- Unidade Papel-SC e Embalagem-SC: a energia comprada no Mercado Livre. Já a energia produzida pelas PCH's e Termoelétrica por Biomassa e Licor Preto são produções próprias. Para efeito de cálculo, é apenas contabilizamos a energia comprada;
- Unidade Embalagem-SP: energia comprada totalmente incentivada, conforme norma federal. A CPFL faz apenas a distribuição. Na contabilização de GEE, foi considerada as emissões e compensadas com a aquisição de Certificado de Energia Renovável para cada MWh consumido pela unidade.
- Unidades de Resinas-RS e Florestal-RS: energia comprada do *Grid*;
- Unidade Florestal-SC: energia comprada do *Grid*. Na contabilização de GEE, foi considerada as emissões e compensadas com a aquisição de Certificado de Energia Renovável para cada MWh consumido pela unidade
- Escritório ADM SC: energia comprada do *Grid*; Na contabilização de GEE, foi considerada as emissões e compensadas com a aquisição de Certificado de Energia Renovável para cada MWh consumido pela unidade

- Unidade Papel-MG: energia comprada totalmente incentivada, conforme norma federal. Na contabilização de GEE, foram consideradas as emissões;

**OBS 01:** A energia comprada do *Grid*, tem como o Operador Nacional do Sistema (O.N.S) o gerenciador do sistema. O *Grid* representa as Energias: Hidráulica, Termo – Convencional, Termo – Nuclear e Termo – Emergencial. São as unidades consumidoras que tem demanda menores que 500 KW/h, e chamado de mercado cativo, e não podem comprar energia no mercado livre.

**OBS 02:** A energia incentivada é a energia comprada no mercado livre no qual usa fontes renováveis, como: PCH, Biomassa e Eólica. No caso são consumidores que utilizam demanda entre 500 KW/h à 3.000 KW/h.

**OBS 03:** E para demandas maiores que 3.000 KW/h podem adquirir energia no mercado livre de qualquer fonte incentivada ou convencional.

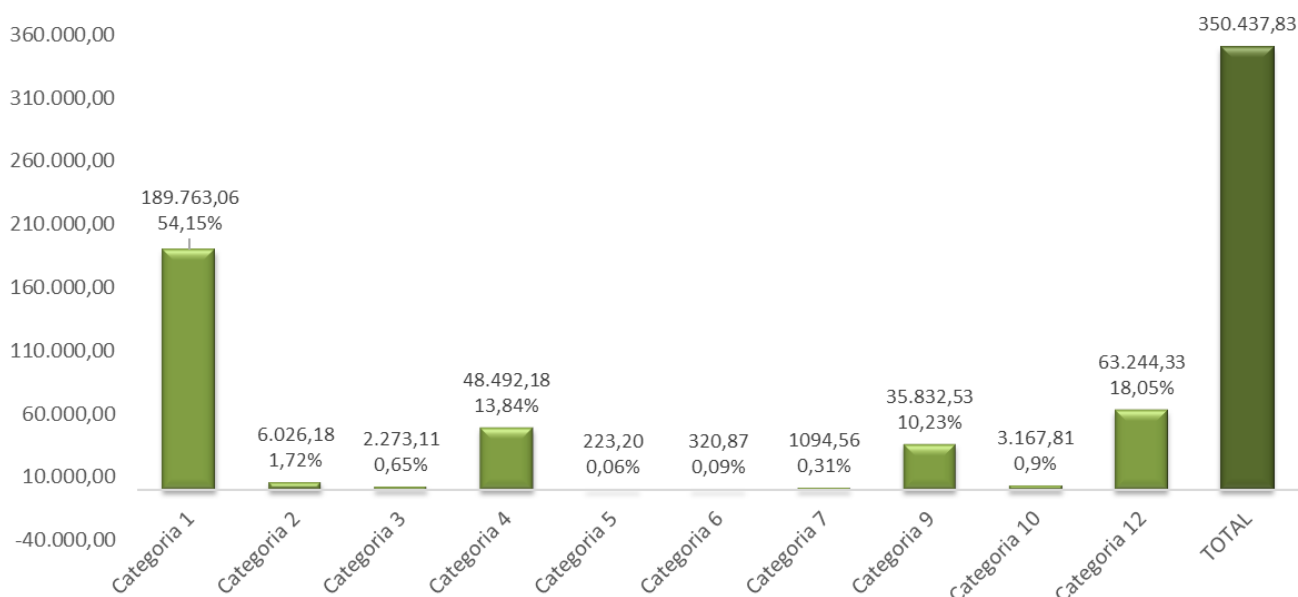
#### 5.4.4 Escopo 3 – Emissões Indiretas por Outras Fontes

Ao longo dos anos, buscamos aprimorar a contabilização das emissões referente ao Escopo 03. Essa busca reflete o empenho da companhia em monitorar todas as atividades que possam de alguma forma impactar o meio ambiente. Lembrando que o relato das emissões para o Escopo 03 é optativo conforme norma.

Na tabela 18 e na figura 10, temos o comparativo entre as categorias quantificadas no Escopo 3, a partir de 2024. Com relação às categorias 4 e 9, foram considerados as orientações do GHG Protocol mundo, o qual orienta a contabilização de emissões associadas ao ciclo de vida dos combustíveis atrelados a estas categorias, conforme disposto na página 3 do link a seguir: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/Chapter4.pdf>.

**Tabela 18 – Resumo Comparativo categorias Escopo 03**

| Categoria    | Categoria                                         | (tCO <sub>2</sub> e) | % Representatividade |
|--------------|---------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Categoria 1  | Bens e serviços adquiridos                        | 189.763,06           | 54,15%               |
| Categoria 2  | Bens de capital                                   | 6.026,18             | 1,72%                |
| Categoria 3  | Combustível e energia não considerados no E1 e E2 | 2.273,11             | 0,65%                |
| Categoria 4  | Transporte e distribuição upstream                | 48.492,18            | 13,84%               |
| Categoria 5  | Resíduos gerados nas operações                    | 223,20               | 0,06%                |
| Categoria 6  | Viagens a negócio                                 | 320,87               | 0,09%                |
| Categoria 7  | Desclocamento de Funcionários                     | 1094,56              | 0,31%                |
| Categoria 9  | Transporte downstream                             | 35.832,53            | 10,23%               |
| Categoria 10 | Processamento de produtos vendidos                | 3.167,81             | 0,90%                |
| Categoria 12 | Tratamento de fim de vida útil                    | 63.244,33            | 18,05%               |
| <b>TOTAL</b> |                                                   | <b>350.437,83</b>    | <b>100%</b>          |

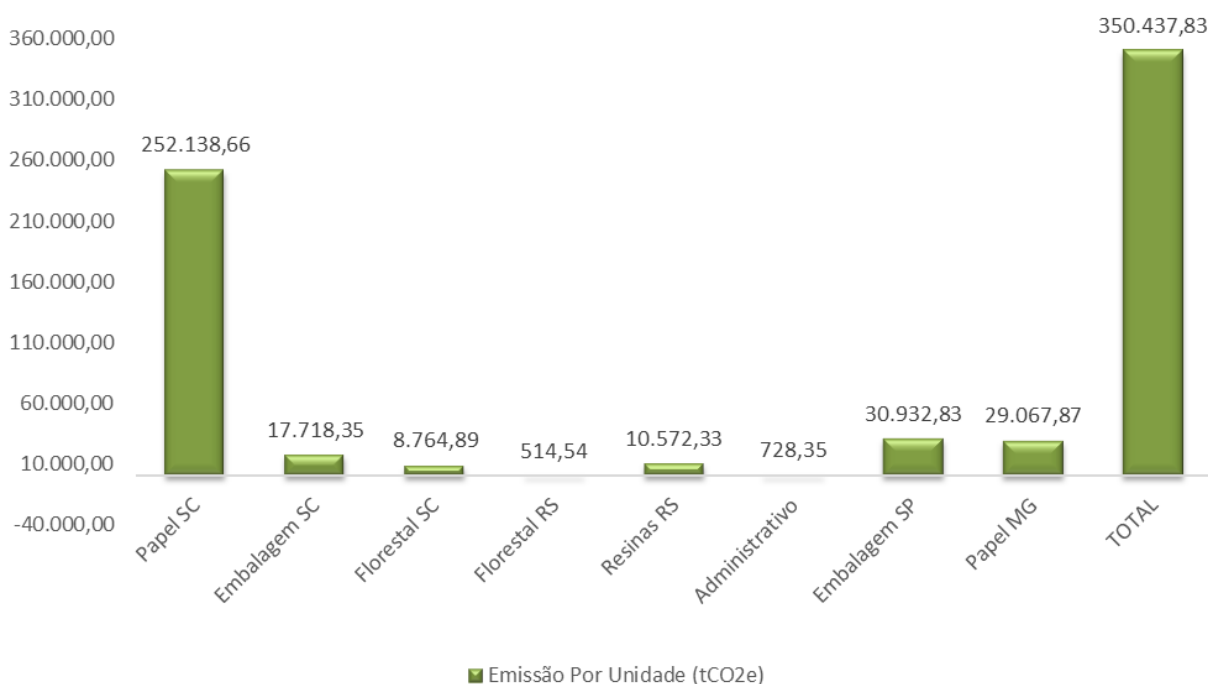


**Figura 10 – Comparativo Emissão do Escopo 03 entre as categorias – tCO<sub>2</sub>e**

Na tabela 19 e na figura 11, está apresentado a estratificação da emissão dos gases por Unidade de negócio,

**Tabela 19** – Resumo Comparativo emissão por Unidade de negócio Escopo 03

| Quantidade em tCO <sub>2</sub> e |                                      |                          |                                  |                                          |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|
| Unidades:                        | Dióxido de Carbono - CO <sub>2</sub> | Metano - CH <sub>4</sub> | Óxido Nitroso - N <sub>2</sub> O | Emissão Por Unidade (tCO <sub>2</sub> e) |
| Papel SC                         | 251.504,94                           | 74,03                    | 559,70                           | 252.138,66                               |
| Embalagem SC                     | 17.710,99                            | 0,92                     | 6,44                             | 17.718,35                                |
| Florestal SC                     | 8.681,17                             | 10,47                    | 73,25                            | 8.764,89                                 |
| Florestal RS                     | 511,05                               | 0,45                     | 3,05                             | 514,54                                   |
| Resinas RS                       | 10.538,36                            | 2,12                     | 31,85                            | 10.572,33                                |
| Administrativo                   | 728,35                               | 0,00                     | 0,00                             | 728,35                                   |
| Embalagem SP                     | 30.903,23                            | 4,20                     | 25,40                            | 30.932,83                                |
| Papel MG                         | 28.923,51                            | 17,92                    | 126,44                           | 29.067,87                                |
| <b>TOTAL</b>                     | <b>349.502</b>                       | <b>110,1</b>             | <b>826,1</b>                     | <b>350.437,83</b>                        |
| Percentual de Gases              |                                      |                          |                                  |                                          |
|                                  | CO <sub>2</sub>                      | CH <sub>4</sub>          | N <sub>2</sub> O                 |                                          |
|                                  | <b>99,73%</b>                        | <b>0,03%</b>             | <b>0,24%</b>                     |                                          |



**Figura 11** – Comparativo Emissão do Escopo 03 entre as Unidades de negócio – tCO<sub>2</sub>e

### 5.4.5 Índices de Emissões

Como nas remoções temos um índice de emissões por produção líquida em cada unidade operacional. Fazendo um comparativo com 2006, houve redução em relação as emissões fortalecendo nosso plano de descarbonização. Na tabela na tabela 20, apenas os escopos 01 e 02.

**Tabela 20 – Comparativo (Escopo 1 e 2) – tCO<sub>2</sub>e**

| UNIDADES INDUSTRIAIS | Ano Base: 2006   |            |      | Ano Base: 2013   |            |      | 2024             |            |      |
|----------------------|------------------|------------|------|------------------|------------|------|------------------|------------|------|
|                      | PRODUÇÃO LÍQUIDA | EMISSIONES | IND  | PRODUÇÃO LÍQUIDA | EMISSIONES | IND  | PRODUÇÃO LÍQUIDA | EMISSIONES | IND  |
| PAPEL SC             | 172.201          | 62.700     | 0,36 | 203.688,04       | 13.262,82  | 0,07 | 251.877          | 17.948     | 0,07 |
| EMBALAGEM SC         | 30.998           | 4.438      | 0,14 | 63.811,65        | 1.561,00   | 0,02 | 91.534           | 1.149      | 0,01 |
| EMBALAGEM SP         | 47.859           | 3.110      | 0,06 | 73.243,72        | 4.057,00   | 0,06 | 80.938           | 4.040      | 0,05 |
| RESINA RS            | 5.467            | 84         | 0,02 | 7.911,32         | 14.119,00  | 1,78 | 10.504           | 367        | 0,03 |
| PAPEL MG             | -                | -          | -    | 42.910,15        | 32.931,00  | 0,77 | 61.845           | 15.833     | 0,26 |

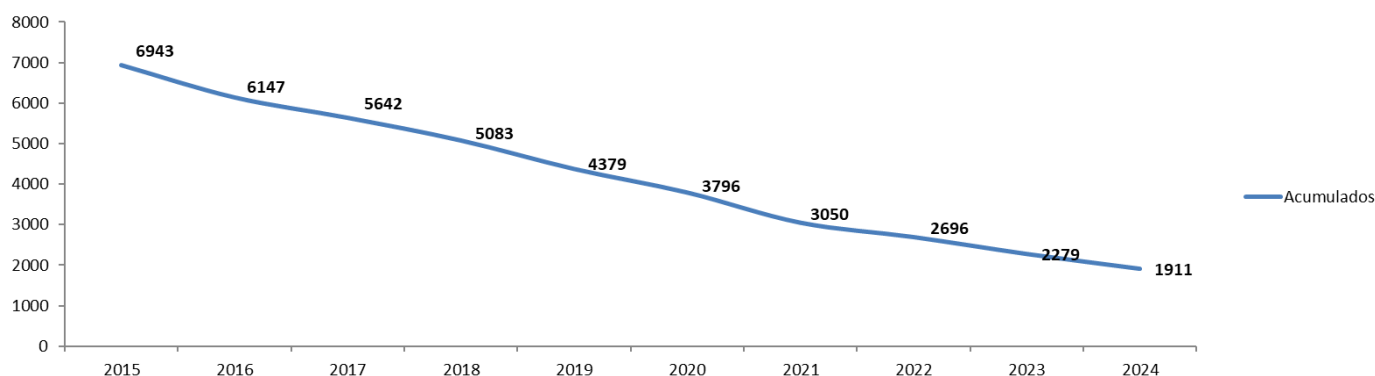
## 6 Passivo de Emissões

O modelo de decomposição anaeróbia de resíduos sólidos considera o decaimento de primeira ordem (FOD), isto é, a atividade microbiológica de degradação de resíduos orgânicos tem início no ano de disposição dos resíduos e continuará ocorrendo nos nove anos subsequentes. Então, nem todas as emissões de CH<sub>4</sub> referentes à decomposição de resíduos orgânicos gerados em um determinado ano acontecerão no mesmo ano. Assim, na unidade Papel - SC, onde houve registro de emissões por disposição de resíduos sólidos em aterro industrial, haverá um passivo de emissões que deve ser considerado nos anos subsequentes. A tabela 21 e figura 12 abaixo mostram o passivo de emissões acumulado da organização, desde o ano-base:

**Tabela 21 – Passivos de emissões devido aos resíduos sólidos acumulados – tCO<sub>2</sub>e**

| Toneladas RSI | 2006     | 2007     | 2008     | 2009     | 2010     | 2011     | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | Acumulados |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|
| 2006          | 1.517,92 |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1518       |
| 2007          | 1.429,52 | 1.074,00 |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 2504       |
| 2008          | 1.346,27 | 1.011,46 | 1.098,57 |          |          |          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 3456       |
| 2009          | 1.267,87 | 952,55   | 1.034,59 | 1.451,88 |          |          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 4707       |
| 2010          | 1.194,04 | 897,08   | 974,34   | 1.367,33 | 1.350,00 |          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 5783       |
| 2011          | 1.124,50 | 795,64   | 813,84   | 1.075,58 | 1.000,10 | 1.457,00 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 6267       |
| 2012          | 1.059,02 | 795,64   | 864,17   | 1.212,71 | 1.197,34 | 1.372,15 | 322,00 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 6823       |
| 2013          | 997,34   | 749,30   | 813,84   | 1.142,09 | 1.127,61 | 1.292,24 | 303,25 | 473,92 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 6900       |
| 2014          | 939,26   | 705,67   | 766,45   | 1.075,58 | 1.061,95 | 1.216,99 | 285,59 | 446,32 | 427,41 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 6925       |
| 2015          | 884,57   | 664,57   | 721,81   | 1.012,94 | 1.000,10 | 1.146,12 | 268,96 | 420,33 | 402,52 | 420,99 |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 6943       |
| 2016          |          | 625,87   | 679,78   | 953,95   | 941,86   | 1.079,37 | 253,29 | 395,85 | 379,08 | 396,47 | 440,99 |        |        |        |        |        |        |        |        | 6147       |
| 2017          |          |          | 640,19   | 898,40   | 887,01   | 1.016,51 | 238,54 | 372,80 | 357,00 | 373,38 | 415,31 | 442,94 |        |        |        |        |        |        |        | 5642       |
| 2018          |          |          |          | 846,08   | 835,36   | 957,32   | 224,65 | 351,09 | 336,21 | 351,64 | 391,12 | 417,15 | 372,08 |        |        |        |        |        |        | 5083       |
| 2019          |          |          |          |          | 786,71   | 901,57   | 211,57 | 330,64 | 316,63 | 331,16 | 368,34 | 392,85 | 350,41 | 388,94 |        |        |        |        |        | 4379       |
| 2020          |          |          |          |          |          | 849,06   | 199,25 | 311,39 | 298,19 | 311,88 | 346,89 | 369,98 | 330,01 | 366,29 | 412,85 |        |        |        |        | 3796       |
| 2021          |          |          |          |          |          |          | 187,64 | 293,25 | 280,83 | 293,71 | 326,69 | 348,43 | 310,79 | 344,96 | 388,80 | 274,84 |        |        |        | 3050       |
| 2022          |          |          |          |          |          |          |        | 276,17 | 264,47 | 276,61 | 307,67 | 328,14 | 292,69 | 324,87 | 366,16 | 258,84 | 237,57 |        |        | 2696       |
| 2023          |          |          |          |          |          |          |        |        | 249,07 | 260,50 | 289,75 | 309,03 | 275,64 | 305,95 | 344,84 | 243,76 | 223,74 | 153,04 |        | 2279       |
| 2024          |          |          |          |          |          |          |        |        |        | 245,33 | 272,88 | 291,03 | 259,59 | 288,14 | 324,76 | 229,57 | 210,71 | 159,17 | 169,01 | 1911       |
| 2025          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        | 256,99 | 274,08 | 244,47 | 271,36 | 305,84 | 216,20 | 198,44 | 149,90 | 159,17 | 1569       |
| 2026          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        | 258,12 | 230,24 | 255,55 | 288,03 | 216,20 | 176,00 | 141,17 | 149,90 | 1248       |
| 2027          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        | 216,83 | 240,67 | 271,26 | 191,75 | 176,00 | 132,95 | 141,17 | 921        |
| 2028          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        |        | 226,66 | 180,58 | 165,75 | 125,21 | 132,95 | 663    |            |
| 2029          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        |        |        | 240,59 | 170,07 | 156,09 | 117,92 | 125,21 | 411        |
| 2030          |          |          |          |          |          |          |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 160,16 | 147,00 | 111,05 | 117,92 | 160        |

**Acumulados - 2015 à 2024**



**Figura 12 – Passivo de emissões acumulados na Unidade Papel – SC**

Na figura 12 acima, mostra uma tendência positiva em reduzir as emissões devido ao passivo ambiental dos resíduos sólidos acumulados no aterro industrial e a redução anual da quantidade de resíduos dispostas no aterro industrial da empresa.

## 7 Considerações finais

Em 2024, considerando Escopo 1 e 2, o balanço de carbono da *Irani Papel e Embalagem S.A.* ficou positivo em 58% o equivalente a 62.450 tCO<sub>2</sub>e, ou seja, as remoções florestais possuem um potencial de absorção de carbono superior ao que as unidades produtivas emitem de CO<sub>2</sub>e em função da sua operacionalização, sendo que para cada tonelada líquida de produto produzido (Papel, Embalagem e Resina), a base florestal (plantadas e nativas) da empresa sequestrou o equivalente a 0,65 tCO<sub>2</sub>e.

Com relação às emissões, a maior fonte individual de emissão é por conta da caldeira de gás natural da Unidade Papel MG, seguida pelo consumo de biomassa na Unidade Papel SC.

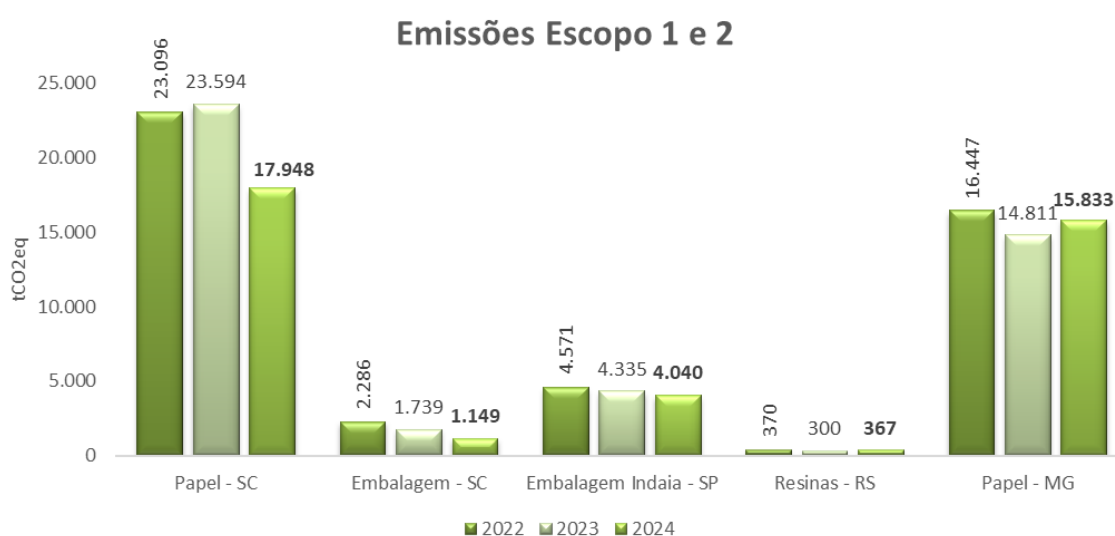
Como boa prática ambiental para tornar o Inventário Corporativo de GEE mais completo e abrangente, buscamos constantemente revisar através das auditorias internas, novas fontes de emissões.

Com relação as unidades operacionais obtivemos os seguintes índices no ano:

- **Unidade Papel SC:** Após a estabilização da operação da Caldeira de Recuperação, a Unidade Papel SC registrou uma redução significativa no consumo de óleo BPF, resultando em uma queda de 46% nas emissões em comparação a 2023
- **Unidade Embalagem SC:** A redução no consumo de óleo BPF na caldeira desta unidade ocorreu devido ao suprimento de vapor pela Unidade Papel SC. Como resultado, as emissões desse combustível caíram mais de 70% em comparação a 2023.
- **Unidade Resinas e Florestal RS:** Ocorreu um aumento no consumo de Diesel pois o tanque localizado em Bojuru-RS passou a ser contabilizado no inventário, na categoria de combustíveis do Escopo 1.
- **Administrativos:** O aumento no número de viagens em 2024 aéreas em um acréscimo de 232 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e) nas emissões. Em 2024 foi realizado a aquisição de 41 IREC's para esta Unidade, compensando a emissão do Escopo 2, a qual seria de 2,22tCO<sub>2</sub>e.

- **Unidade Papel MG:** Observamos um aumento de 12,8% na produção líquida em 2024, o que impactou diretamente o volume de efluentes gerados, além do consumo de produtos químicos e gás natural na caldeira. Adicionalmente, o gerador utilizado para captação de água operou exclusivamente com diesel ao longo do ano, resultando no aumento das emissões em 90 tCO<sub>2</sub>e em relação a 2023.
- **Unidade Indaiatuba SP:** Nesta unidade, não houve alterações significativas nas emissões ao longo de 2024, em relação ao ano passado. Para esta Unidade, assim como em 2023, foi realizado a aquisição de 7726 IREC's (certificados de energia renovável) os quais se encaixam na modalidade de energia - Abordagem Baseada na Escolha de Compra, com fator de emissão é zero. Caso não houvesse a compensação a emissão do escopo 02 da unidade seria de 448,55 tCO<sub>2</sub>e. O montante de IREC's adquiridos corresponde ao total de energia (MWh), consumido pela unidade ao longo do ano.
- **Unidade Florestal SC:** Em 2024 foi realizado a aquisição de 22 IREC's para esta Unidade, compensando a emissão do Escopo 2, a qual seria de 1,17tCO<sub>2</sub>e. Não são contabilizadas as emissões agrícolas nas florestas plantadas, pois não ocorre adubação em campo, e sim apenas no preparo das mudas no Viveiro Florestal.

Na Figura 13 a seguir podemos observar a evolução das emissões nas unidades industriais da companhia ao longo dos últimos três anos:



**Figura 13 – Unidades Industriais – Escopo 1 e 2**

É recomendado a organização que implemente algumas das ações consideradas como melhores práticas de gestão de GEE apontadas pelo relatório do Instituto CERES apresentado na sessão 1 deste documento. A tabela 22 abaixo resume algumas das ações citadas pelo relatório. Algumas delas inclusive já se encontram implantadas na companhia. Este relatório foi submetido à certificação externa, que gerou relatório de auditoria e com validação final o certificado de conformidade com a norma NBR ISO 14064:2007.

**Tabela 22 – Propostas e Ações Implementadas**

| Área de Estratégia                            | Proposta:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ações Implementadas:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Controle da Diretoria</b>               | 1.1 Aprovar um plano de responsabilidade que considere estímulos a projetos de eficiência energética e ampliação do uso de combustíveis renováveis na companhia, bem como traçar uma estratégia para sua implantação;<br>1.2 Constituir um comitê de altos gestores que acompanhem a estratégia de implantação do plano, revisando a estratégia de implantação, conforme necessário;                                                                         | 1.1 Criação do GAP de eficiência energética. Em 2010 a Irani apresentou um trabalho simpósio de eficiência energética na ABTCP. Criação de HGE – Habitusul Energia Sustentável.<br>1.2 Acompanhamento pelo Relatório de Sustentabilidade. Em 2010 a companhia foi finalista do PPI Award na Categoria: Estratégia Ambiental do Ano.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>2. Execução da Gestão</b>                  | 2.1 Promover a sensibilização de todos os funcionários, através de treinamentos e palestras, a respeito dos impactos das mudanças climáticas sobre a sociedade e sobre as atividades da companhia;<br>2.2 Constituir times em cada departamento para pensar e sugerir ações de eficiência energética;<br>2.3 Atrelar ao sistema de bonificação de empregados (participação em resultados) algum componente relacionado ao desempenho climático da companhia; | 2.1 Atividades desenvolvidas no projeto de educação ambiental desde 2007.<br>2.2 GAP de Eficiência Energética, divulgado o guia da ABTCP para eficiência energética em 2011;<br>2.3 Inserido no Programa SUPERA, o indicador Vazão da ETE, Perda de Fibra para ETE e eficiência energética, e consumo de água nas embalagens, eficiência do sistema primário de ETE e qualidade final de efluente. Em 2012 incluído a recuperação do plástico da MP5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>3. Divulgação ao Público</b>               | 3.1 Engajamento em algum programa de divulgação de balanço de GEE: <i>Carbon Disclosure Project</i> ( <a href="http://www.cdproject.net">www.cdproject.net</a> ), Programa Brasileiro GHG Protocol ( <a href="http://www.ghgprotocol.org">www.ghgprotocol.org</a> ).                                                                                                                                                                                         | 3.1 São divulgado no Carbon Disclosure Project (CDP), os resultados do inventário de forma voluntária desde 2010;<br>3.1 Foram divulgados no GHG Protocol Brasil, os resultados do inventário 2009 a 2014. Em 2018, serão divulgados os resultados referentes a 2017. A Divulgação também ocorre através do Relato Integrado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>4. Quantificações das Emissões</b>         | 4.1 Atualizar mensalmente o inventário de GEE da companhia;<br>4.2 Submeter o inventário de GEE para verificação independente por entidade acreditada na norma ISO 14.065.<br>4.3 Caracterizar os resíduos que são encaminhados ao aterro para descontar os resíduos que não geram gases de efeito estufa;<br>4.4 Contabilizar emissões recorrentes de viagens aéreas dos funcionários e terceiros que prestam serviço à Irani.                              | 4.1 Os dados não são atualizados todos os meses, devido que algumas fontes são atualizadas anualmente;<br>4.2 Submetemos o relatório para auditoria externa e verificação pela BRTUV (2006 à 2011) e WayCarbon conforme a norma ISO 14064 (2006), entre 2012 a 2021 com o Instituto Totum;<br>4.3 Foi efetivado a partir de 2010, com a contabilização também de alguns prestadores de serviços e melhorias contínuas.<br>4.4 Desativada caldeira a óleo BPF na Unidade Papel MG no ano de 2015, reduzindo as emissões da unidade em decorrência desta fonte.<br>4.5 Em 2017 foi incluído o consumo de combustível decorrente do transporte terceiro de resíduos nas unidades Embalagem Indaiatuba, Embalagem Vila Maria e Unidade Resina.<br>4.6 No ano de 2017 a unidade Resina deixou de realizar tratamento biológico anaeróbico do efluente industrial, para utilização como irrigação no plantio de pinus na área florestal-RS.<br>4.7 Em 2021 a Unidade Papel MG iniciou a operação da nova planta de tratamento de efluentes com sistema anaeróbico, sendo o gás do reator queimado em flare, aumentando assim a emissão biogênica da unidade.<br>4.8 Realizado a alteração da metodologia de remoções no ano de 2021, sendo considerado a partir de 2022 a média móvel das remoções dos últimos três anos<br>4.9 Em 2022 iniciamos a aquisição de Certificados de Energia Renovável (I' REC) para a unidade Embalagem Indaiatuba SP.<br>4.10 Em 2023 desenvolvemos o nosso plano estratégico de descarbonização, o qual vai de encontro com ações que implicarão diretamente nas reduções das emissões de GEE.<br>4.11 Em 2023 start-up caldeira de recuperação da unidade Papel e Embalagem SC.<br>4.12 Em 2024 ampliamos a aquisição de Certificados de Energia Renovável (I' REC) para o Escritório Administrativo SC e Florestal SC. |
| <b>5. Planejamento Estratégico e Execução</b> | 5.1 Incorporar a gestão climática ao Planejamento Estratégico, estabelecendo objetivos climáticos e metas de redução de emissões de GEE;<br>5.2 Avaliar o investimento em aumento de capacidade de geração renovável de energia, ou a compra de eletricidade no mercado livre, diretamente de produtores de eletricidade que utilizam fontes renováveis (hidráulica, biomassa ou eólica).                                                                    | 5.1 O mapa estratégico da Irani contempla na perspectiva de processos "otimizar a eficiência operacional e ambiental das plantas", já na perspectiva pessoas e cultura "promover a economia circular na cadeia de valor. Estes objetivos estratégicos promoverão maior eficiência nas plantas e redução dos resíduos enviados a aterros, priorizando a reciclagem e reduzindo emissão de GEE por conta de sua degradação em aterro.<br>5.2 Conforme planejamento estratégico efetuada compra em Dezembro de 2011 de energia elétrica no mercado livre. Em 2012 a compra de energia passou a ser priorizada a compra de energia de forma incentivada.<br>5.3 Em 2017 foram substituídas as luminárias nas unidades Embalagens, por lâmpadas de LED, contribuindo com menor consumo de energia.<br>5.4 Realizado a alteração da metodologia de remoções no ano de 2021. Este trabalho foi realizado em parceria com a Universidade Federal do Paraná- UFPR.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

## 8 Referência Bibliográfica

- Baird, C e Cann, M (2004)** Environmental Chemistry. W. H. Freeman; 3rd edition.
- Bohle, H; Dawning; T; Watz, M. (1994)** Climate change and social vulnerability. Toward a sociology and geography of food insecurity. In: Global Environmental Change, vol. 4, no. 1, pp. 37-48.
- Canadell et al. (2007)** Contributions to accelerating atmospheric CO<sub>2</sub> growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. PNAS Early Edition. Edited by William C. Clark, Harvard University, Cambridge, MA, approved September 17, 2007. Disponível em [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0702737104](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0702737104). Acesso em Jan 2008.
- CERES (2008)** Corporate Governance and Climate Change: Consumer and Technology Companies. Relatório publicado pelo CERES em Dezembro/2008. Disponível em <http://www.ceres.org/Page.aspx?pid=592>. Acesso em 20/12/2008.
- Climate Group, The. (2008)** Breaking the Climate Deadlock: a global deal for our low-carbon future. Disponível em [www.theclimategroup.org](http://www.theclimategroup.org). Acesso em 20/11/2008.
- Demerit, D. (2001)** The Construction of Global Warming and the Politics of Science. Annals of the Association of American Geographers, 91(2), 2001, 307-337.
- Easterling, et al. (2000)** Climate Extremes: Observation Modeling and Impacts. In: Science, Science 289, Sept., 2008.
- ENTTRANS (2008)** The State of Play with the CDM. Relatório publicado pela European Union Sixth Framework Programme em Novembro/2008.
- Global Reporting Initiative** [www.globalreporting.org](http://www.globalreporting.org) Acesso em Nov 2007
- Hardin, G. (1968)** The Tragedy of the Commons. Science, 162, 1243-1248.
- INPE (2007)** Cenário Climático Futuro: avaliações e considerações para tomada de decisões. No Prelo.
- International Standardization Organization (ISO)** ISO 14.064:2022 Part 1, Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals. First edition, 01/03/2007.
- IPCC (2007)** 2007 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC (2007)** Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2007):** Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Synthesis Report. Disponível em [www.ipcc.int](http://www.ipcc.int). Acesso em Fev 2008.
- ISO/IEC (1995)** Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement. Guide 98-3, first edition 2008. 58
- Kell, G. (2007)** Alliances for the future: International Initiatives must converge to truly mainstream corporate citizenship. In: The Global Report Initiative. Disponível em:

[http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/6BBB79DE-8976-4CE6-97DC-0A23B0045FE0/0/Kell\\_AllianceForTheFuture.pdf](http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/6BBB79DE-8976-4CE6-97DC-0A23B0045FE0/0/Kell_AllianceForTheFuture.pdf) Acesso em Dez. 2007.

**Kolk, A. and Pinkse, J. (2005)** Business Responses to Climate Change: Identifying Emergent Strategies. *California Management Review*, 47(3), 2005, 6-20.

**Lohmann, L. (2005)** Marketing and Making Carbon Dumps: Commodification, Calculation and Counterfactuals in Climate Change Mitigation. *Science as Culture*, 14(3), 2005, 203-235.

**McCarthy et al., (2001)** Climate Change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. IPCC Third Assessment Report.

**MCT, Brasil (2010)** Segundo Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal: comunicação inicial do Brasil. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/>. Acesso em: Fevereiro/2010.

**Mundermann et al. (2005)** Quantitative Modeling of Arabidopsis Development. In: *Plant Physiol.* 139: 960-968; Oct, 2005.

**NOAA (2007)** Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. Disponível em:

<http://www.cmdl.noaa.gov/ccgg/trends/>. Acesso em: Jan/07

**Patz et al., (1996)** Global climate change and emerging infectious diseases. In: *Journal of the American Medical Association*, vol. 275 No. 3, Jan, 1996.

**Point Carbon (2008)** Obama to Poznan delegates: US will engage in climate talks. In: *Carbon Market North America*, vol 3, Issue 25, 21<sup>th</sup> November 2008.

**Rojas Blanco (2004)** Comprehensive Environmental Projects: linking adaptation to climate change, sustainable land use, biodiversity conservation and water management. Instituut voor Milieuvraagstukken, October 20<sup>th</sup> 2004.

**Stern N. (2007)** Stern Review: the Economics of Climate change. Disponível em:

[http://www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/stern\\_review\\_index.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_index.cfm). Acesso em: Nov 2007

**Thomas et al., (2004)** Extinction Risk from climate change. In: *Nature*, vol. 427. Jan, 2004.

**Videras, J. and Albertini, A. (2000)** The Appeal of Voluntary Environmental Programs: Which Firm Participate and Why? *Contemporary Economic Policy*, Vol 18 (4), Oct, 449 – 461.

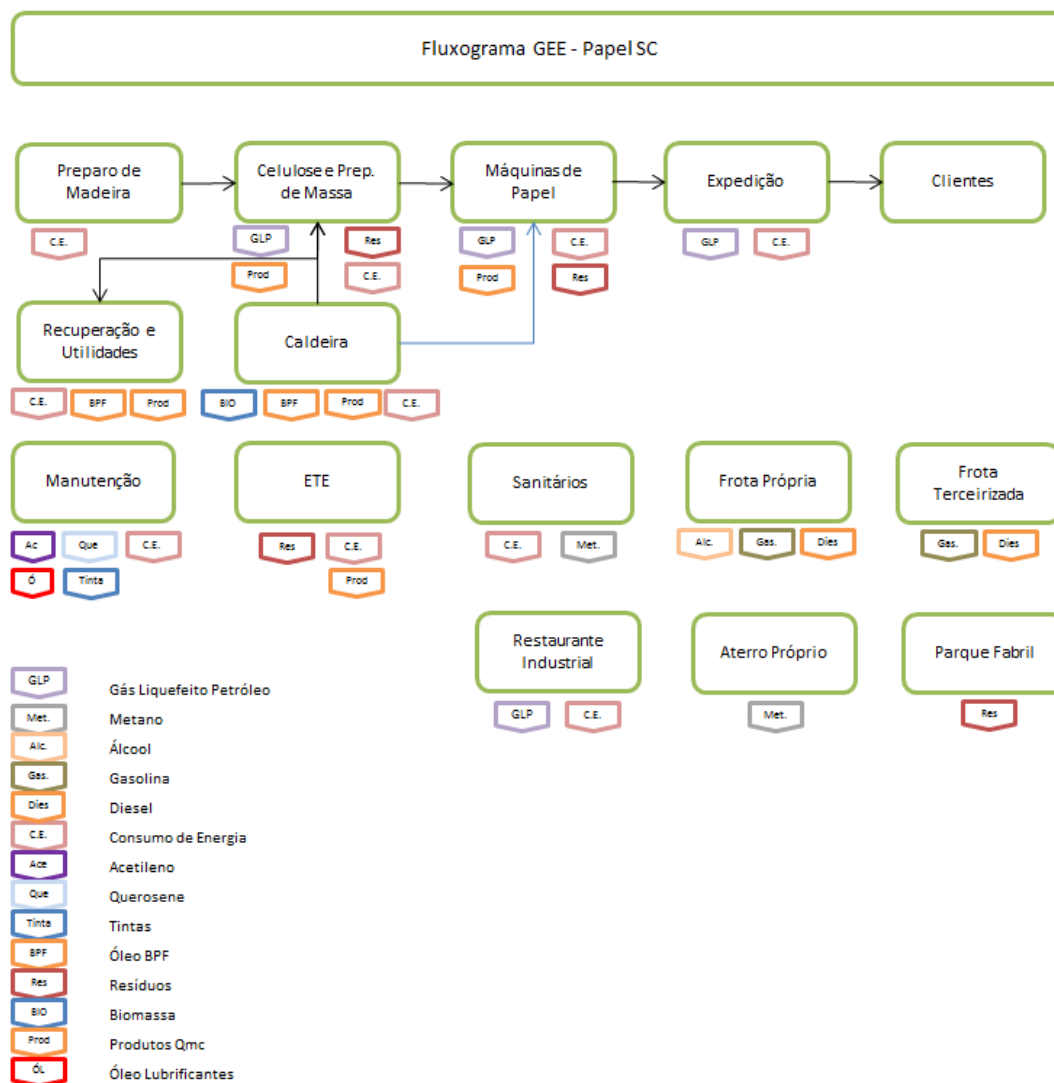
**UNEP Risoe (2009)** CDM/JI Pipeline Analysis and Database, May 1<sup>st</sup> 200. Disponível em: <http://www.cdmpipeline.org/>

**UNFCCC (2008)** Report of the Ad Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol on its resumed fourth session, held in Bali from 3 to 15 December 2007. Disponível em [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int). Acesso em: Fev 2008.

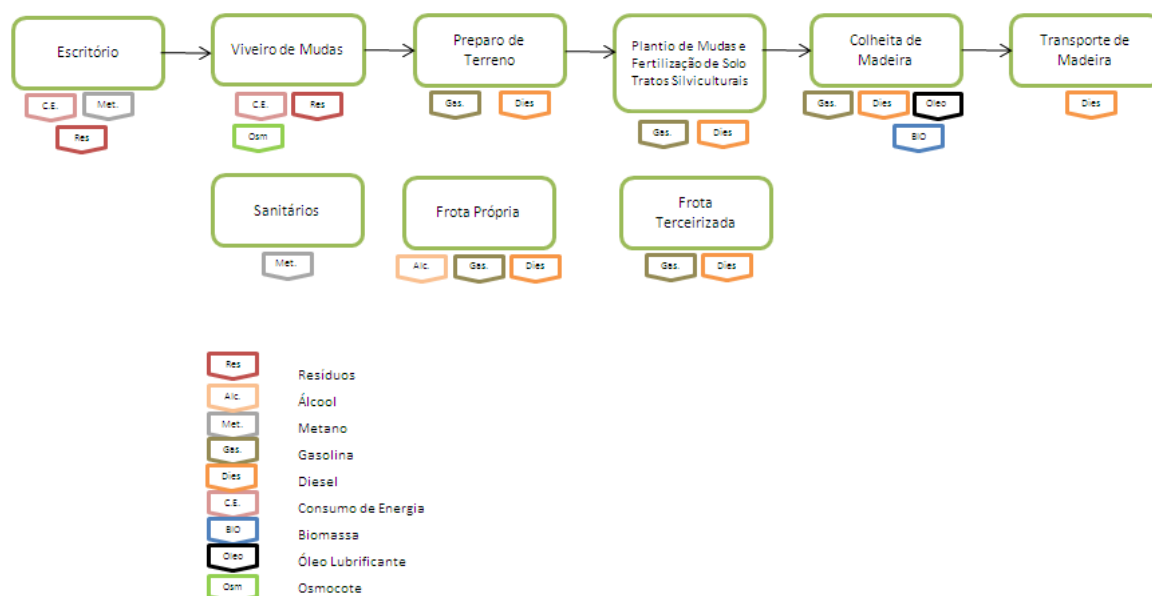
**UN Global Compact** [www.unglobalcompact.org](http://www.unglobalcompact.org) Acesso em Jan 2007

**World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development (2004)** The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard. Revised Edition.

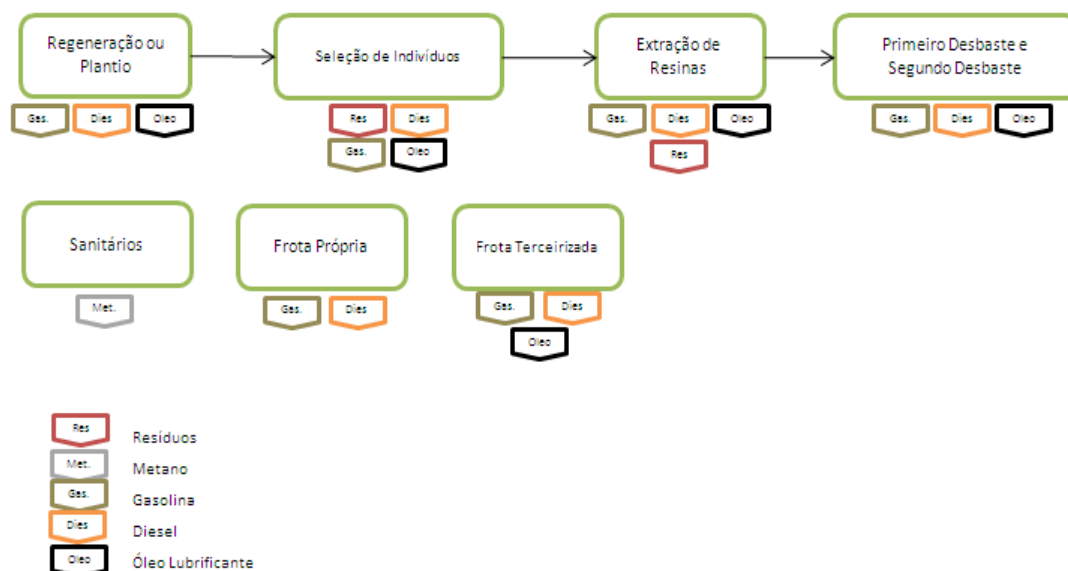
## 9. Fluxograma dos processos



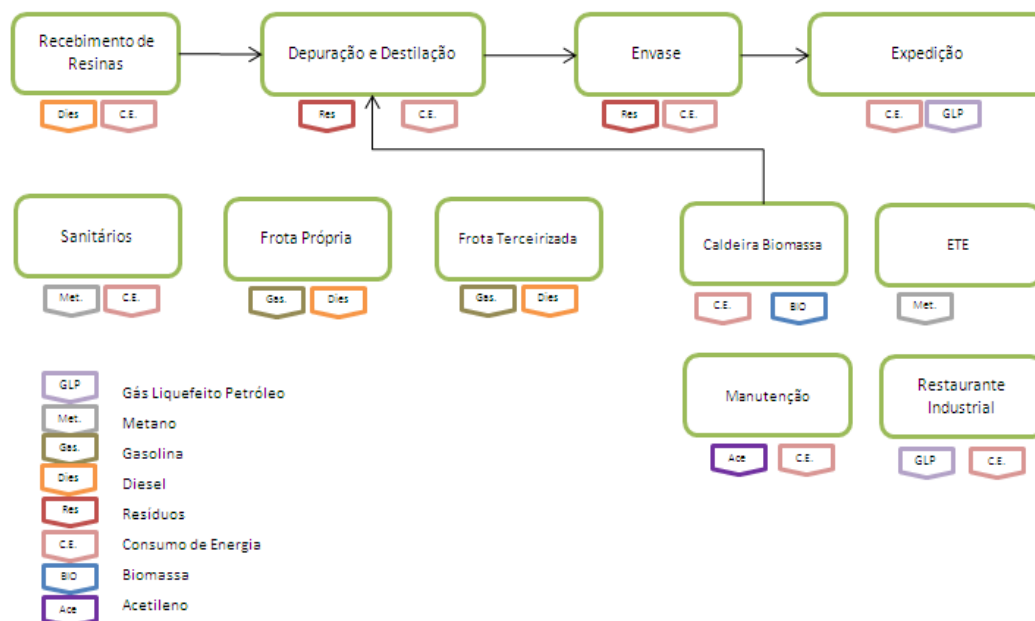
### Fluxograma GEE - Florestal SC



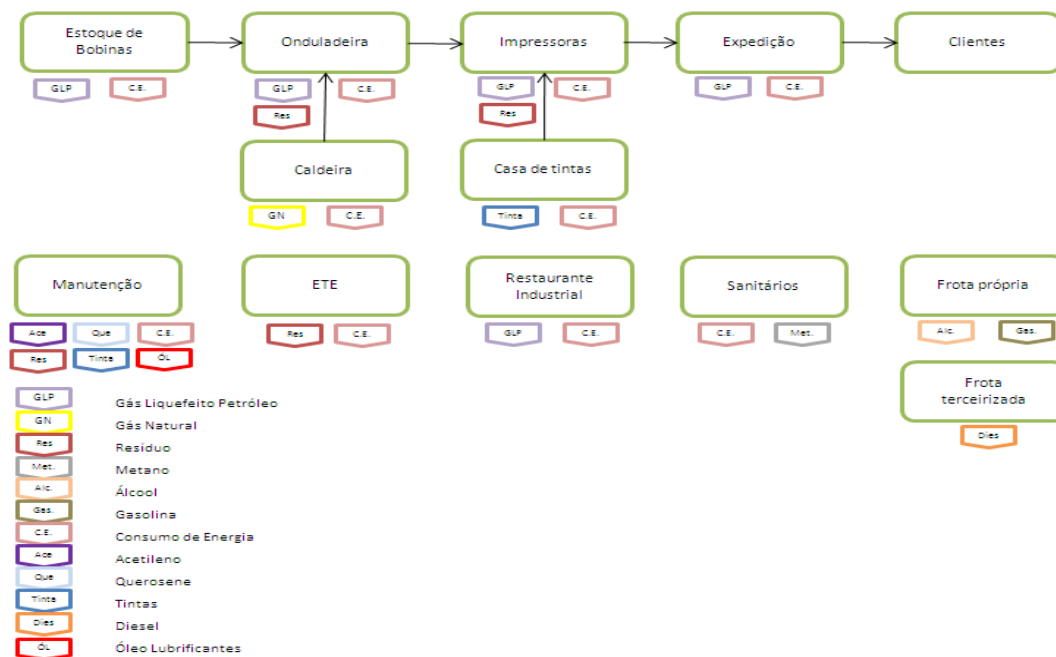
### Fluxograma GEE - Florestal RS



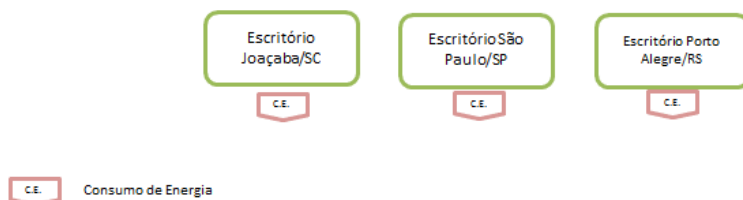
### Fluxograma GEE - Resinas RS



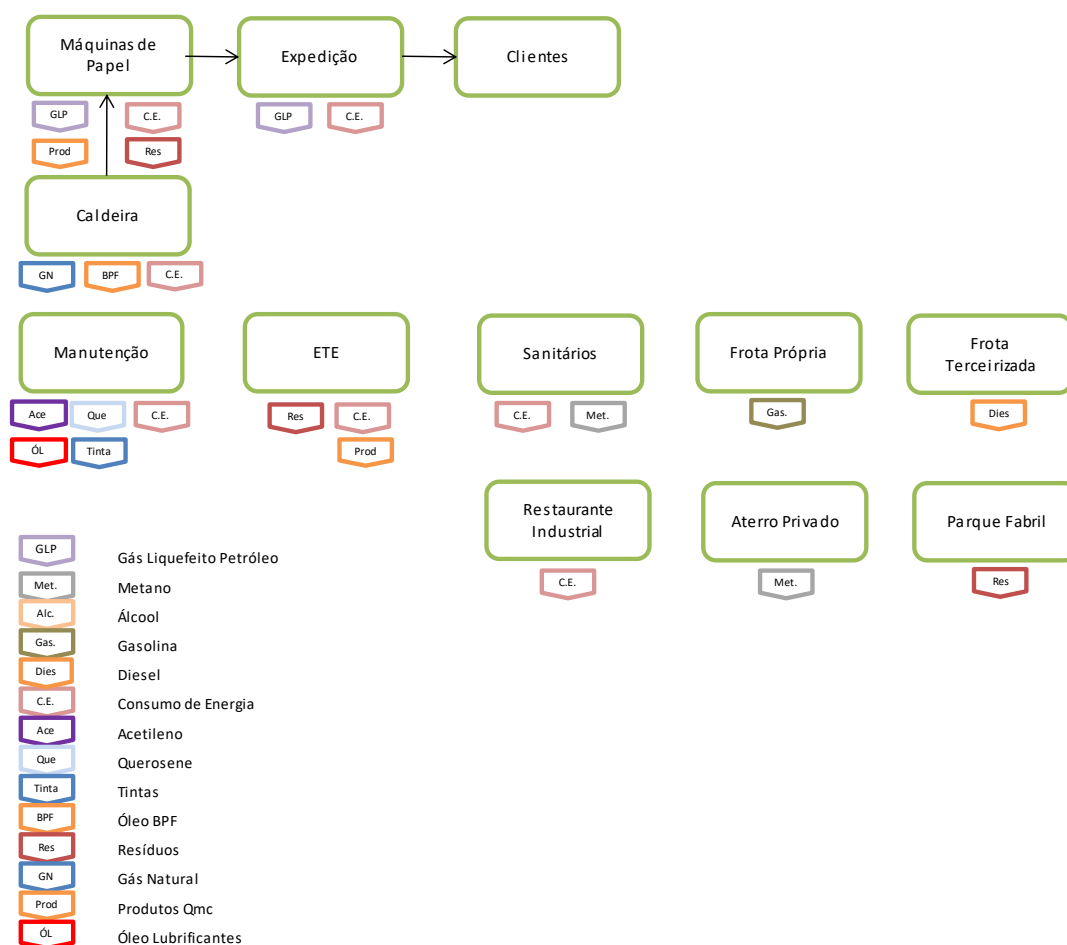
### Fluxograma GEE - Embalagem SP



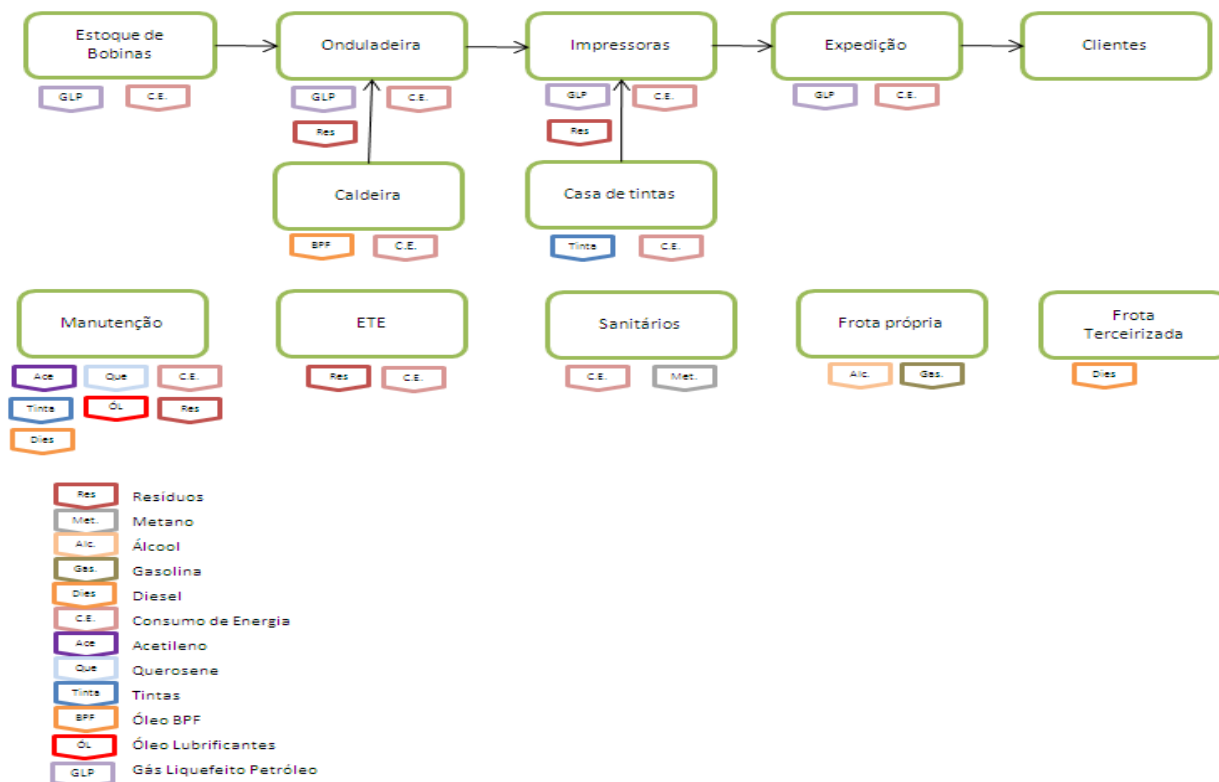
### Fluxograma GEE - Administrativos



### Fluxograma GEE - Papel MG



Fluxograma GEE - Embalagem SC





Siga a Irani nas redes sociais



irani\_oficial



irani.br