



Inventário Corporativo de Gases de Efeito Estufa

Ano 2025

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 2025. 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: Odivan Carlos Cargnin

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

Unidade Embalagem/ Indaiatuba – Laís Schiavon | Fernanda Pinheiro

Unidade Resina e Florestal RS/ Balneário Pinhal e São José do Norte – Juliano de Souza

Unidade Papel SC/ Vargem Bonita – Marcel Bresolin

Unidade Embalagem SC/ Vargem Bonita – Susana Muller

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

Sumário

1 - Informações Gerais	5
2 - Descrição da Companhia	5
2.1 Fronteiras Operacionais	5
2.2 Fontes de Emissão	6
2.3 Fontes neutras excluídas, fontes neutras contabilizadas e fontes de emissão irrelevantes excluídas	8
2.4 Período de Referência e Ano Base	10
2.5 Recálculo do Ano-Base	11
2.6 Verificação do Inventário por Partes Externas	11
2.7 Responsabilidades de Informações	12
3 Termos e Definições	12
3.1 Termos utilizados	12
3.2 Princípios do Inventário de GEE	14
4 Metodologias	14
4.1 Metodologias de quantificação de emissões de GEE	14
4.2 Cálculo de estoque de carbono e remoções de CO ₂ devido à crescimento florestal	25
4.3 Estoque de Carbono e CO ₂ 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	47
7 Considerações finais	48
8 Referência Bibliográfica	53
9. Fluxograma dos processos	55

1 - Informações Gerais

Este documento foi elaborado em conformidade com os princípios e requisitos da norma internacional ISO 14064:2022 – Parte 1, que estabelece especificações e orientações para organizações quanto à quantificação e ao relato de emissões e remoções de gases de efeito estufa. Como referência complementar, também é considerada a norma brasileira ABNT NBR ISO 14064:2022

2 - Descrição da Companhia

A Irani Papel e Embalagem S.A. atua nos segmentos de celulose, papéis, embalagens de papelão ondulado e manejo florestal, mantendo como diretriz estratégica o compromisso com a sustentabilidade e a gestão responsável de seus impactos ambientais. Atualmente, a companhia possui unidades industriais e florestais localizadas nos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais, além de escritório administrativo em Joaçaba – SC.

A Irani detém certificação FSC® de Manejo Florestal, assegurando a condução responsável de suas florestas plantadas e áreas de conservação, bem como certificação FSC® de Cadeia de Custódia, que garante a rastreabilidade da matéria-prima de origem florestal certificada ao longo da cadeia produtiva. As atividades da companhia são suportadas por sistemas de gestão certificados, incluindo a NBR ISO 9001 em todas as unidades de negócio e a NBR ISO 14001 nas unidades aplicáveis, assegurando o controle operacional, a conformidade legal e a melhoria contínua do desempenho ambiental.

As informações apresentadas neste inventário refletem as emissões e remoções de Gases de Efeito Estufa associadas às atividades desenvolvidas dentro das fronteiras organizacionais e operacionais definidas para o período de reporte.

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 e São José do Norte- RS	Controlada
Papel SC	Vargem Bonita- SC	Unidade
Papel MG	Santa Luzia- MG	Unidade
Resinas RS	Balneário Pinhal- RS	Unidade

As fronteiras organizacionais foram definidas com base no critério de controle operacional, em conformidade com os requisitos da ISO 14064-1:2022.

O encerramento da unidade Resinas – RS no mês de março de 2025 não caracterizou alteração das fronteiras organizacionais do inventário, uma vez que o critério de consolidação adotado permaneceu inalterado e a unidade já se encontrava previamente incluída na fronteira organizacional da companhia. As emissões foram contabilizadas proporcionalmente ao período de operação no ano, não sendo identificado impacto material que justificasse o recálculo do ano-base.

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 ₂	Florestal/SC e Florestal/RS	
Remoções Diretas	Crescimento florestal	Biomassa	Florestas Nativas	CO ₂	Florestal/SC e Florestal/RS	
Emissões Diretas	Combustíveis	Diesel	Frota própria de veículos pesados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Papel/SC; Florestal/RS; Resinas/RS; Florestal SC; Papel/MG	
		Gasolina	Frota própria de veículos leves	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Papel/SC; Embalagem/SP; Embalagem/SC; Florestal/RS; Resinas/RS; Papel/MG; Administrativos/ Florestal SC	
		Etanol	Frota própria de veículos leves	CH ₄	Papel/SC; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Papel MG; Administrativo; Florestal/SC	
		GLP	Empilhadeiras e restaurante	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Papel/SC; Embalagem/SP; Embalagem/SC; Resinas/RS; Papel/MG	
		Gás Natural	Caldeira	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Embalagem/SP; Papel/MG	
		Óleo Xisto	Caldeira	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Papel/SC	
		Óleo BPF	Caldeira	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Papel/SC; Embalagem/SC;	
		Biomassa	Caldeira	CH ₄	Papel/SC; Resinas/RS	
	Licor Negro	Caldeira	CH ₄	Papel/SC		
	Tratamento de Resíduos	Tratamento de Efluentes	Acetileno	Processos de oxi-corte e soldagem	CO ₂	Papel/SC; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Resinas/RS; Papel/MG
			Produtos Químicos contendo solventes orgânicos	Polímeros e Antiespumante	CO ₂	Papel/MG; Embalagem/SC; Embalagem/SP;
			Tintas flexográficas	Pintura de Embalagens	CO ₂	Embalagem/SP; Embalagem/SC
			Nutrientes/Osmocote	Viveiro Florestal	N ₂ O	Florestal/SC
	Tratamento de Efluentes	Efluentes Industriais	Disposição de resíduos sólidos em aterro industrial próprio ou disposição em floresta	CH ₄	Papel/SC; Embalagem/SC;	
Tratamento de Efluentes	Efluentes Industriais	Emissão biogênica em decorrência da queima de gás metano em flare	CO ₂	Papel/ MG		
Tratamento de Efluentes	Efluentes domésticos	Tratamento anaeróbio de efluentes domésticos	CH ₄	Papel/SC; Embalagem/SP; Embalagem/SC; Resinas/RS; Papel/MG;		
Emissões Indiretas - ENERGIA - Abordagem Baseada na Localização	Energia	Eletricidade	Aquisição de energia do GRID	CO ₂	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 ₂	Papel/SC; Embalagem/SP; Embalagem/SC; Florestal/RS; Papel/MG; Administrativo/ Florestal SC	
Emissões Indiretas - Outras fontes	Categoria 1	Bens e serviços adquiridos	Materias Primas e insumos	CO ₂	Papel/SC; Embalagem/SC; Florestal/SC; Embalagem/SP; Papel/MG; Administrativo; Resina; Florestal/RS	
	Categoria 2	Bens de Capital	Serviços contratados e equipamentos	CO ₂	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 ₂	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 ₂ , CH ₄ , N ₂ 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 ₂	Papel/SC; Papel MG; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Resina	
	Categoria 6	Viagens a negócios	Querosene de Avião	CO ₂	Papel/SC; Embalagem/SC; Florestal/SC; Embalagem/SP; Papel/MG; Administrativo; Resina; Florestal/RS	
	Categoria 7	Deslocamento de funcionários	Onibus e van fretados	CO ₂	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 ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Papel/SC; Papel MG; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Resina	
	Categoria 10	Processamento de produtos vendidos	Papel convertido em embalagem;	CO ₂	Papel/SC; Papel/MG; Embalagem/SC; Embalagem/SP	
	Categoria 12	Tratamento de fim de vida útil de produtos	Destinação final dos produtos vendidos	CO ₂	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 biogênicas e fontes de emissão irrelevantes excluídas

Algumas fontes de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) identificadas na organização possuem tratativas específicas, em conformidade com os critérios de relevância, materialidade e com as diretrizes da norma ISO 14064-1 e do Programa Brasileiro GHG Protocol, conforme descrito a seguir.

Fontes biogênicas excluídas do total de emissões:

- As produções próprias de energia provenientes das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) não são contabilizadas no inventário por se tratarem de fontes renováveis, sem geração de emissões diretas de GEE;
- As emissões associadas à queima de gás metano em flare no sistema de tratamento de efluentes industriais da unidade Papel – MG são calculadas e informadas para fins de transparência, porém não são contabilizadas no total de emissões por se tratarem de emissões de origem biogênica

Fontes biogênicas contabilizadas parcialmente:

- As emissões provenientes das caldeiras de biomassa HPB (High Pressure Boiler) e da queima de Licor Negro foram quantificadas, sendo contabilizadas exclusivamente as emissões de CH₄ e N₂O, conforme metodologia aplicável, uma vez que o CO₂ emitido é de origem biogênica;
- As emissões associadas ao uso de biodiesel, gasolina com adição de etanol e etanol foram contabilizadas considerando apenas as emissões de CH₄ e N₂O

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 CO₂ 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%.
- As emissões associadas ao uso de CO₂ de processo no 4º filtro lavador para controle de pH da celulose lavada da unidade Papel SC foram consideradas presumivelmente insignificantes quando comparadas às demais 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.

Tabela 03 – Fontes calculadas consideradas emissões neutras

Fontes Biogênicas	
Atividade	GEE (tCO ₂)
Biodiesel e Gasolina - Escopo 1	175,92
Etanol - Escopo 1	143,91
Biodiesel e Gasolina - Escopo 3	7.797,25
Licor Negro -Escopo 1	156.277,62
Biomassa- Escopo 1	531.030,86
Efluente Industrial- Escopo 01	4.978,32
Total:	700.403,89

2.4 Período de Referência e Ano Base

Este é o vigésimo inventário de gases de efeito estufa elaborado, monitorado e auditado conforme ISO14064:2022. 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 a 2025, 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 01/01/2025 a 31/12/2025.

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 2025.

2.5 Recálculo do Ano-Base

Em 2025 não foi realizado recálculo do ano-base do Inventário de Gases de Efeito Estufa, uma vez que não ocorreram alterações significativas nas fontes de emissão, nas metodologias de quantificação ou nos critérios de consolidação das fronteiras organizacionais e operacionais da companhia

Ressalta-se que em 2019, ocorreu a desativação da unidade Embalagem Vila Maria/SP e, em 2025, houve o encerramento das atividades da unidade Resina – RS. Tais eventos foram avaliados quanto ao seu impacto no inventário e não caracterizaram mudanças nos critérios de consolidação das fronteiras organizacionais e operacionais, tampouco implicaram alterações metodológicas relevantes ou correções de erros materiais. Dessa forma, o ano-base foi mantido inalterado.

2.6 Verificação do Inventário por Partes Externas

O presente Inventário de Gases de Efeito Estufa foi verificado por organismo independente acreditado, em conformidade com os requisitos da norma NBR ISO 14064-3, tendo como referência os critérios estabelecidos na NBR ISO 14064-1:2022. Este documento corresponde à declaração da Companhia sobre suas emissões e remoções de Gases de Efeito Estufa para o período de reporte.

O objetivo da verificação por terceira parte é fornecer uma declaração independente quanto à qualidade, consistência e confiabilidade das informações apresentadas no inventário, assegurando aos usuários uma avaliação adequada do desempenho da companhia no que se refere à gestão de suas emissões e remoções de GEE.

O escopo da verificação compreendeu as fronteiras organizacionais e operacionais definidas no inventário, bem como a identificação das fontes de emissão e dos sumidouros de remoção e a quantificação das emissões e remoções de GEE, considerando as informações relativas ao 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 asseguração aplicado no processo de verificação;
- c) conclusão sobre a conformidade do inventário em relação aos requisitos da norma NBR ISO 14064-1:2022, incluindo eventuais qualificações ou limitações identificadas.

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 (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorcarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs), e Hexafluoreto de Enxofre (SF₆).
- 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 (CO_{2e}): unidade para comparação da força radiativa de um dado GEE à do CO₂.
- 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 CO₂ por consumo de combustíveis – Biomassa:

Para o cálculo das emissões de CO₂ biogênico associadas ao 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 CO₂ biogênico por consumo de combustíveis, no ano y (tCO₂);

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

NCV^c Poder calorífico líquido do combustível c (TJ.Gg⁻¹) (IPCC, 2006);

EF^c Fator de emissão de CO₂ pela queima do combustível c (kg CO₂.TJ⁻¹) (IPCC, 2006).

As emissões de CO₂ provenientes da combustão de biomassa são consideradas biogênicas e, conforme diretrizes do GHG Protocol e da ISO 14064-1:2022, não são contabilizadas no total de emissões da organização, sendo reportadas separadamente para fins de transparência

Emissão de CO₂ por consumo de combustíveis fósseis:

Para o cálculo de emissões de CO₂ 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 CO₂ por consumo de combustíveis fósseis, no ano y (tCO₂);

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

NCV^c Poder calorífico líquido do combustível c (TJ.Gg⁻¹) (IPCC, 2006);

EF^c Fator de emissão de CO₂ pela queima do combustível c (kg CO₂.TJ⁻¹) (IPCC, 2006).

Para compatibilização das unidades, considerou-se que 1 Gg equivale a 10³ toneladas.

Emissão de N₂O por consumo de combustíveis:

Além do tipo combustível utilizado, as emissões de N₂O dependem da tecnologia empregada na combustão. Portanto, para o cálculo de emissões de N₂O 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 N₂O por consumo de combustíveis, no ano y (tCO₂e);

GWP_{N_2O} Potencial de aquecimento global (GWP) do N₂O (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⁻¹) (IPCC, 2006);

$EF_{N_2O}^{c,t}$ fator de emissão de N₂O pelo consumo do combustível c através da tecnologia t (kg N₂O.TJ⁻¹) (IPCC, 2006).

Emissão de CH₄ por consumo de combustíveis:

Assim com as emissões N₂O, as emissões de CH₄ por consumo de combustível dependem da tecnologia empregada na combustão. Portanto, para o cálculo de emissões de CH₄ 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 CH₄ por consumo combustíveis, no ano y (tCO₂e);

GWP_{CH_4} Potencial de aquecimento global (GWP) do CH₄ (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 ⁻¹) (IPCC, 2006);
$EF_{CH_4}^{c,t}$	Fator de emissão de CH ₄ pelo consumo do combustível c através da tecnologia t (kg N ₂ O.TJ ⁻¹) (IPCC, 2006).

4.1.2 Estimativa de consumo de combustível por veículos ou maquinário

Quando os dados de consumo de combustíveis fósseis por veículos ou maquinário próprios ou terceirizados não estão disponíveis em valores absolutos (massa ou volume), o consumo é estimado por meio das informações de quilometragem percorrida.

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 ⁻¹);
D^c	Densidade do combustível c (kg·L ⁻¹)

Obs.: Para a estimativa do consumo médio dos veículos (km·L⁻¹), foram utilizados valores de referência publicados pelo Programa Brasileiro GHG Protocol, conforme categoria veicular e tipo de combustível

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 de operação do maquinário do modelo m , no ano y (h);
$C_e^{m,c}$	Consumo específico de combustível c por maquinário de modelo m (L·h ⁻¹);
D^c	Densidade do combustível c (kg·L ⁻¹)

4.1.3 Estimativa de consumo por reagentes

Emissão de CO₂ por consumo de acetileno:

Para o cálculo das emissões de CO₂ 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 CO₂ devido ao consumo de acetileno (tCO₂);

Q_y^{AC} Quantidade utilizada de acetileno (t);

$\frac{24}{26}$ Teor de carbono no acetileno (fração mássica);

$\frac{44}{12}$ Fator de conversão de massa molecular de C para CO₂.

Emissão de CO₂ 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), resulta na emissão de compostos orgânicos voláteis não metânicos NMVOC (*non-methane volatile organic compounds*) os quais são oxidados a CO₂ na atmosfera (IPCC, 2006).

Conforme diretrizes do IPCC (2006), assume-se que, em média, 80% do carbono presente nos solventes orgânicos é emitido para a atmosfera, sendo este percentual adotado como fator padrão na ausência de medições específicas.

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

Onde:

$Em_{solv}^{CO_2}$ Emissões de CO₂ a partir da utilização de solventes orgânicos (tCO₂);

FF^{solv} Fração de carbono fóssil em solventes (p/p) (IPCC, 2006);

Q_y^{prod} Quantidade utilizada do produto *prod* (L);

VOC^{prod} Teor de compostos orgânicos voláteis no produto *prod* (g/L).

$\frac{44}{12}$ Fator de conversão de massa molecular de C para CO₂.

4.1.4 Emissão de CO₂ por consumo de energia elétrica

As emissões indiretas de CO₂ por consumo de eletricidade foram calculadas com base nos fatores de emissão mensais do Sistema Interligado Nacional (SIN), aplicáveis a cada mês do período de reporte:

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

Onde:

$Em_{ee,y}^{CO_2}$ Emissão de CO₂ por consumo de energia elétrica, no ano *y* (tCO₂);

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

EF_m^{rede} Fator de emissão de CO₂, do mês *m*, pela rede elétrica servindo à unidade operacional (tCO₂.MWh⁻¹).

O detalhamento do cálculo dos fatores mensais de emissão da rede elétrica encontra-se descrito no Apêndice IX.

4.1.5 Emissão de CH₄ por tratamento de efluentes líquidos

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

Para o cálculo de emissões de CH₄ por decomposição anaeróbica de efluentes tratados por fossa séptica, sumidouros ou diretamente em corpos d'água, empregou-se a seguinte fórmula:

$$(10) \quad Em_y^{CO_2e} = GWP_{CH_4} \cdot B_0 \cdot MCF \cdot \sum_m V_m \cdot [BOD_m] \cdot 313 \cdot 10^{-6}$$

Onde:

$Em_y^{CO_2e}$	Emissões de CH ₄ por tratamento/descarte de esgoto doméstico, no ano <i>y</i> (tCO ₂ e);
GWP_{CH_4}	Potencial de aquecimento global (GWP) do metano (IPCC, 2006);
B_0	Produção máxima de CH ₄ (IPCC, 2006) (kg CH ₄ .kg BOD ⁻¹);
MCF	Fator de correção para produção de metano (IPCC, 2006) (tabela 04);
$Em_m^{CO_2e}$	Emissões de CH ₄ por tratamento/descarte de esgoto doméstico, no mês <i>m</i> (tCO ₂ e);
V_m	Vazão mensal de efluente pré-tratamento (m ³);
$[BOD_m]$	Demanda bioquímica de oxigênio no efluente pré-tratamento – medida mensal (kg BOD.m ⁻³);
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 ¹	Range
Untreated			
Sea, river and lake discharge	Rivers with high organics loadings may turn anaerobic, however this is not considered here.	0,1	0 - 0,2
Treated			
Aerobic treatment plant	Must be well managed. Some CH ₄ 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 ₄ , recovery not considered here	0,8	0,8 - 1,0
Anaerobic reactor (e.g. UASB, Fixed Film Reactor)	CH ₄ , 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
¹ 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 a estimativa da vazão, utilizou-se o consumo médio de 80 L·dia⁻¹·usuário⁻¹ para sistemas de fossa séptica em instalações industriais, com taxa de retorno de 80%, conforme Von Sperling (2007) e NBR 9649.

Para sistemas que recebem efluentes de cozinhas industriais, foi adotado o valor de 95 L·dia⁻¹·usuário⁻¹, conforme NBR 7229.

A concentração de DBO foi estimada com base nos parâmetros apresentados por Giansante (2009), considerando valor médio de 260 mg·L⁻¹, com faixa de variação entre 130 e 400 mg·L⁻¹.

4.1.6 Emissão de GEE por disposição de resíduos sólidos

Emissões de CH₄ 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 CH₄ devido à disposição de resíduos em aterro controlado, sem captura de metano foi utilizada a seguinte

fórmula, baseada no modelo de decaimento de primeira ordem (First Order Decay – FOD), conforme IPCC (2006):

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

Onde:

MB_y	Potencial de geração de metano no ano y , a partir da decomposição anaeróbica de resíduos do tipo j , no local de disposição (tCO _{2e});
GWP_{CH_4}	Potencial de aquecimento global do metano (GWP) (IPCC, 2006);
$\frac{16}{12}$	Fator de conversão de massa molecular de C para CH ₄ ;
F	Fração de metano no biogás (IPCC, 2006);
DOC_f	Fração do carbono orgânico 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 ₄ e CO ₂ do biogás;
$W_{j,x}$	Quantidade de resíduo j gerada no ano x (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 associadas à disposição de resíduos em aterro controlado ocorrem de forma distribuída ao longo dos anos subsequentes à disposição dos resíduos, caracterizando um passivo de emissões. Assim, resíduos dispostos em anos anteriores continuam a gerar emissões de metano nos anos seguintes, mesmo que não haja nova disposição no período corrente.

Para o cálculo de emissões foi elaborado uma planilha Excel®, no qual as pessoas responsáveis pela coleta de dados inserem as informações relativas à geração e disposição de resíduos. A equipe técnica do inventário realiza a conferência dos dados de entrada, valida os parâmetros utilizados e verifica os cálculos e resultados obtidos..

4.1.7 Emissão de N₂O por utilização de compostos nitrogenados

O óxido nitroso (N₂O) é naturalmente produzido nos solos por meio dos processos microbiológicos de nitrificação e denitrificação. A nitrificação corresponde à oxidação da amônia (NH₃) a nitrato, enquanto a denitrificação refere-se à redução do nitrato a nitrogênio gasoso (N₂). O N₂O atua como intermediário nesses processos e pode ser emitido para a atmosfera, especialmente em função da disponibilidade de nitrogênio inorgânico no solo.

Dessa forma, no presente inventário foram consideradas as adições antropogênicas de nitrogênio aos solos decorrentes das atividades florestais da Irani, notadamente a aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos, conforme diretrizes do IPCC (2006).

Sendo assim, as emissões de N₂O 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:

- $E_{N_2O_2}$ emissões de N_2O devido a aplicações de fertilizantes, (t CO_2e);
- GWP_{N_2O} potencial de aquecimento global do N_2O ; (IPCC 2006)
- CF_{N_2O-N-N} fator de conversão de massa molecular de N para N_2O (44/28);
- $E_{N_2O,land}$ emissões diretas de N_2O devido a aplicação de fertilizantes (kg N_2O-N);
- $E_{N_2O,runoff}$ emissões de N_2O devido a lixiviação de fertilizantes e escoamento superficial (kg N_2O-N);
- $E_{N_2O,vol}$ emissões de N_2O devido a volatilização de nitrogênio como NH_3 e NO_x (kg N_2O-N);
- EF_1 fator de para emissão direta de N_2O devido a aplicação de fertilizantes em solos (kg N_2O-N /kg N) (IPCC, 2006);
- EF_5 fator de para emissão indireta de N_2O devido a lixiviação de fertilizantes aplicados em solos (kg N_2O-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).

4.1.8 Emissões de CO_2 decorrentes do consumo de tintas flexográficas à base de água (VOC)

As emissões de dióxido de carbono (CO_2) decorrentes do consumo de tintas flexográficas à base de água foram consideradas no presente Inventário de Gases de Efeito Estufa como emissões diretas (Escopo 1), classificadas como emissões fugitivas, associadas

à liberação de compostos orgânicos voláteis (VOC) durante o processo de secagem e cura da tinta na etapa de impressão.

As tintas flexográficas utilizadas na operação são formuladas predominantemente à base de água, porém contêm frações de carbono orgânico de origem fóssil, que, ao volatilizarem, sofrem oxidação na atmosfera, resultando na formação de CO₂. Considerou-se que 60% do carbono contido nos VOC emitidos é efetivamente oxidado a CO₂ na atmosfera, adotando-se um fator de oxidação conservador, conforme abordagem recomendada pelo IPCC (2006) para processos de oxidação não associados à combustão direta.

As emissões de CO₂ foram estimadas a partir da quantidade anual de tinta flexográfica consumida, conforme a equação abaixo:

$$\text{Emissões de CO}_2 \text{ (t)} = Q_{\text{tinta}} \times F_{\text{VOC}} \times F_{\text{oxidação}} \times \frac{44}{12}$$

Onde:

- Q_tinta = quantidade de tinta flexográfica consumida no período (kg);
- F_VOC = fração mássica de compostos orgânicos voláteis;
- F_oxidação = fração oxidada do VOC (IPCC, 2006);
- 44/12 = fator estequiométrico de conversão de carbono para CO₂.

4.2 Cálculo de estoque de carbono e remoções de CO₂ devido à crescimento florestal

No ano de 2021, foi implementada uma mudança metodológica no cálculo das remoções de CO₂ associadas ao crescimento florestal, com o objetivo de aprimorar a acurácia, a consistência temporal e o alinhamento às melhores práticas científicas e às diretrizes do IPCC. Para esse fim, foi contratada a Universidade Federal do Paraná (UFPR), com a finalidade de revisar os cálculos de remoções florestais anteriormente adotados, contemplando as florestas plantadas de Pinus spp. e Eucalyptus spp., bem como desenvolver uma metodologia específica para estimativa de estoques de carbono em florestas nativas.

Os trabalhos foram conduzidos 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), especialista em mudanças climáticas e sequestro de carbono, membro do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e integrante do *Roster of Experts* da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança

do Clima (UNFCCC). O professor é Docente Titular da UFPR e Coordenador do Centro BIOFIX de Pesquisas em Biomassa e Carbono.

Para os cálculos realizados, foi empregada metodologia nos Guias para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa do IPCC, com base em modelos matemáticos de crescimento florestal. Foram utilizados dados cadastrais e informações do último inventário florestal consolidado da empresa, fornecidos pela Irani Papel e Embalagem S.A.

Para avaliação do impacto climático das operações florestais da *Irani Papel e Embalagem S.A.* no ano 2025, foi calculado o estoque total de carbono de pé dos últimos 07 (sete) 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 01/01/2021 e 31/12/2025, e as remoções totais de CO₂, segundo as fórmulas abaixo:

Para o cálculo do estoque de carbono e seu equivalente em CO₂, 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 florestal.

Um modelo foi ajustado para os dados de cada gênero (*Pinus* e *Eucalyptus*). A idade do povoamento foi determinada a partir da data de plantio cadastrada, considerando-se o último dia do ano do período analisado.

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);

β_0 e β_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 foi realizada diferenciação entre *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, uma vez que não havia base de dados suficiente para ajuste de equações específicas por espécie.

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.

Antes do ajuste das equações de crescimento, o estoque de biomassa foi estimado com base em equações alométricas individuais, utilizando como variáveis independentes o diâmetro à altura do peito (dap) e a altura total (h) das árvores mensuradas.

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).

A biomassa viva subterrânea (BGB) foi estimada a partir da aplicação de uma razão de expansão de raízes (root-to-shoot ratio – R), adotando-se o valor default de 0,17, conforme Sanquetta et al. (2011; 2018):

O emprego de uma razão de expansão de raízes consiste na multiplicação da biomassa acima do solo (abg) 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).

O estoque de biomassa viva por talhão foi obtido pelo somatório das biomassas acima e abaixo do solo de todas as árvores vivas, desconsiderando-se indivíduos mortos:

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

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).

Posteriormente, o estoque de carbono foi calculado multiplicando-se a biomassa pelo teor de carbono (**TC**): $C = AGB \cdot TC$ (9)

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

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_{2e}.) para cada unidade (talhão/projeto/fazenda).

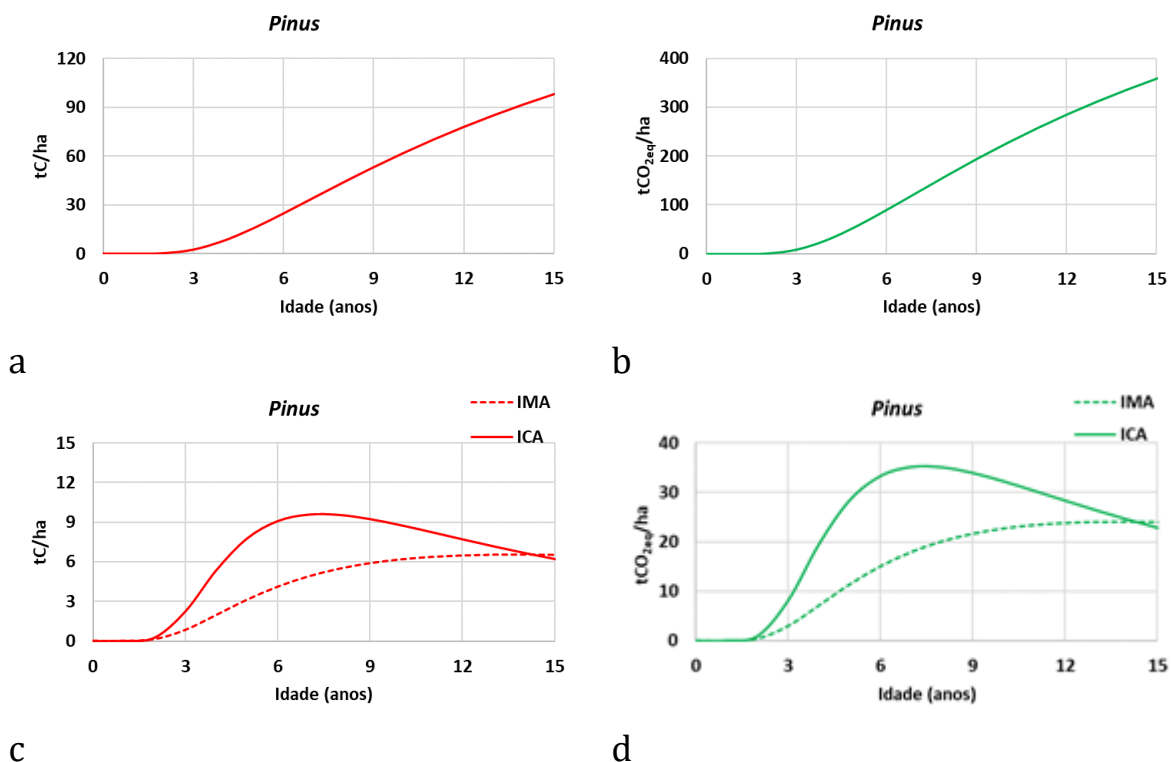


Figura 01- Curvas de estoque em C (a) e CO_{2e} (b) e de incrementos anuais do estoque em C (c) e CO_{2e} (d) para florestas de Pinus. ICA = incremento corrente anual; IMA = incremento médio anual

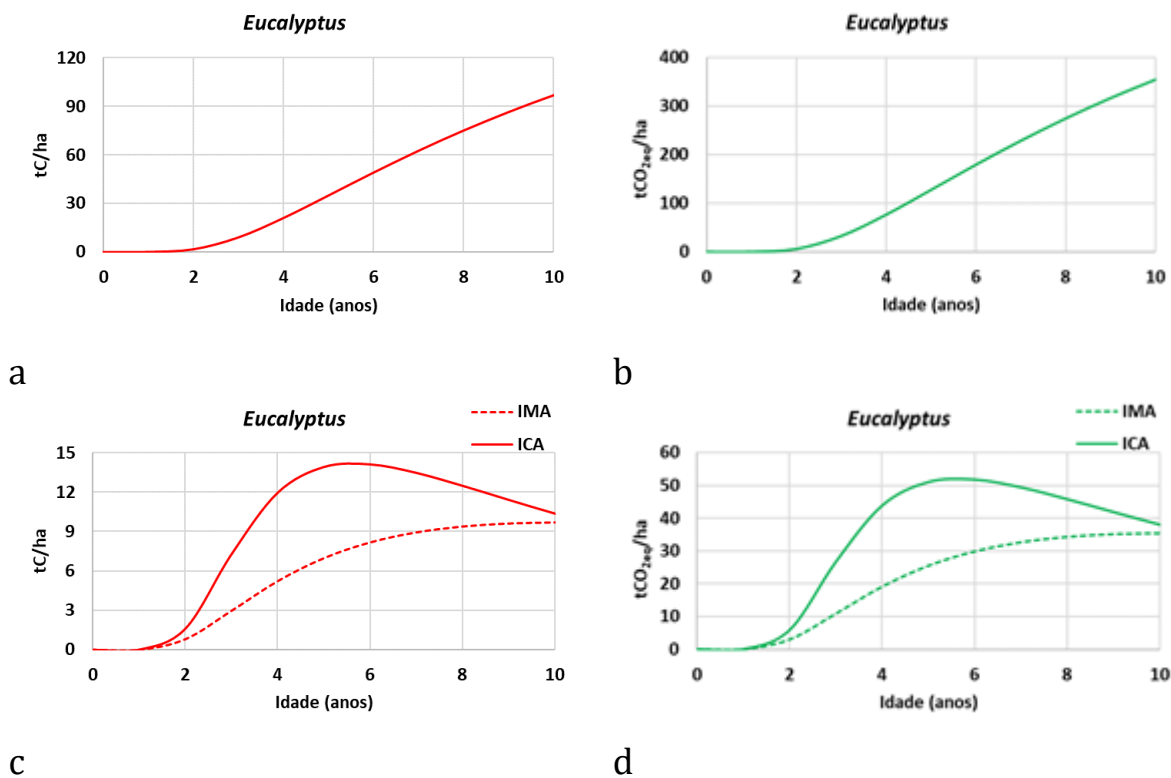


Figura 02- Curvas de estoque em C (a) e CO_{2e}. (b) e de incrementos anuais do estoque em C (c) e CO_{2e}. (d) para florestas de Eucalyptus. ICA = incremento corrente anual; IMA = incremento médio anual.

Aos estoques de carbono na biomassa viva (AGB + BGB) foram adicionados os valores correspondentes à necromassa não lenhosa (LTR – serapilheira), obtidos da literatura, conforme apresentado na Tabela 05. Não foram considerados os estoques de carbono na necromassa lenhosa (DWR) e no carbono orgânico do solo (SOC) para as florestas plantadas, em função da ausência de dados específicos.

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_{2e} nas Florestas Nativas

A Irani não realiza inventário florestal nas áreas de florestas nativas, não havendo disponibilidade de dados dendrométricos primários. Assim, foram adotados valores médios de estoque de carbono por hectare obtidos na literatura científica, conforme abordagem Tier 1 do IPCC.

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 não está sendo considerado nas 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.

Em seguida, Os estoques de carbono foram convertidos para CO₂ equivalente por conversão estequiométrica, considerando a relação entre as massas molares do carbono e do dióxido de carbono. 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 3,66 unidades de massa de CO₂.

A conversão de estoque de carbono para CO₂ equivalente é realizado a partir da seguinte equação:

$$CO_{2eq.} = C \cdot (44/12) \quad (1)$$

Em que: CO_{2e} = unidade de massa de CO₂ 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 (O₂); 12 = peso molecular de um átomo de Carbono (C).

5. Resultados

5.1 Cálculo de Emissões ou Remoções

Para o ano de 2025, não houve mudanças em metodologia de cálculo das remoções comparado com 2024.

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.

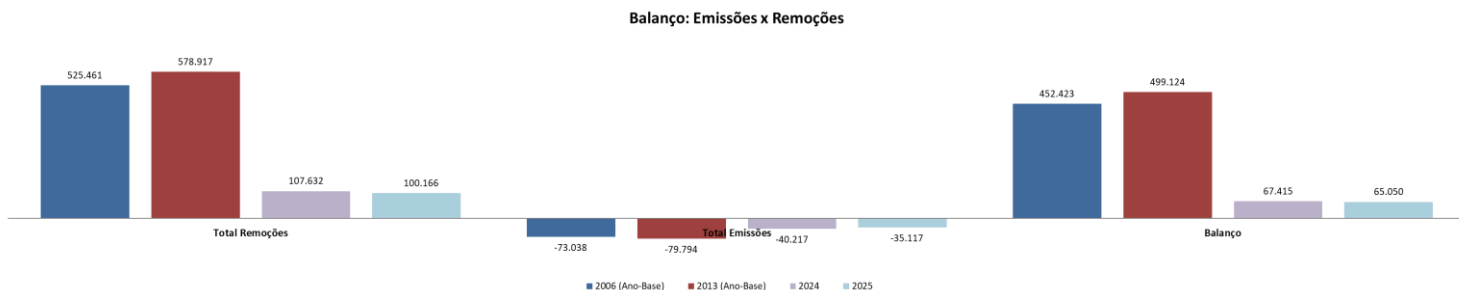
5.2 Resultados Comparativos – Ano Base

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 **65.050 tCO_{2e}**, figura 03.

Com relação as emissões de gases de efeito estufa, reduzimos em **52%** quando comparadas ao primeiro ano base – 2006, e **56%** comparado ao segundo ano base – 2013.

As remoções sofreram grandes variações quando comparadas aos anos bases pois A partir de 2021, a metodologia de quantificação das remoções de GEE foi revisada, passando a considerar a variação líquida de estoque anual em substituição à abordagem baseada nas remoções brutas anuais. Essa alteração metodológica visa aumentar a aderência às boas práticas internacionais e proporcionar maior acuracidade na representação das dinâmicas de carbono.

Figura 03 - Balanço total de emissões e remoções



5.3 Remoções

No ano de 2025, as remoções líquidas de carbono totalizaram **100.166 tCO₂e**, 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 uma redução de 7%. Adicionalmente, observamos um aumento em nosso estoque total de carbono, que alcançou **11.508.358 tCO₂e**, representando um incremento de 4,1% 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	-15.621	-13.298	57.015
Plantadas (Própria)	RS	66.546	367,51	5.156
		50.925	-12.930	62.171
Total em tCO₂:		100.166		

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 58,8% do total, seguida pelas florestas plantadas em Santa Catarina,

que correspondem a 21,26%, e pelas florestas plantadas no Rio Grande do Sul, com 14,75% 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	2.447.051	21,26%	12.925	36,53%
Eucalipto - SC	176.987	1,54%	1.295	3,66%
Nativas - SC	6.767.113	58,80%	14.519	41,04%
Pinus - RS	1.697.721	14,75%	5.065	14,31%
Eucalipto - RS	1.464	0,01%	11,5	0,03%
Nativas - RS	418.023	3,63%	1.565	4,42%
Total	11.508.358	100%	35.380	100,00%

Percentual de Estoque por Espécie

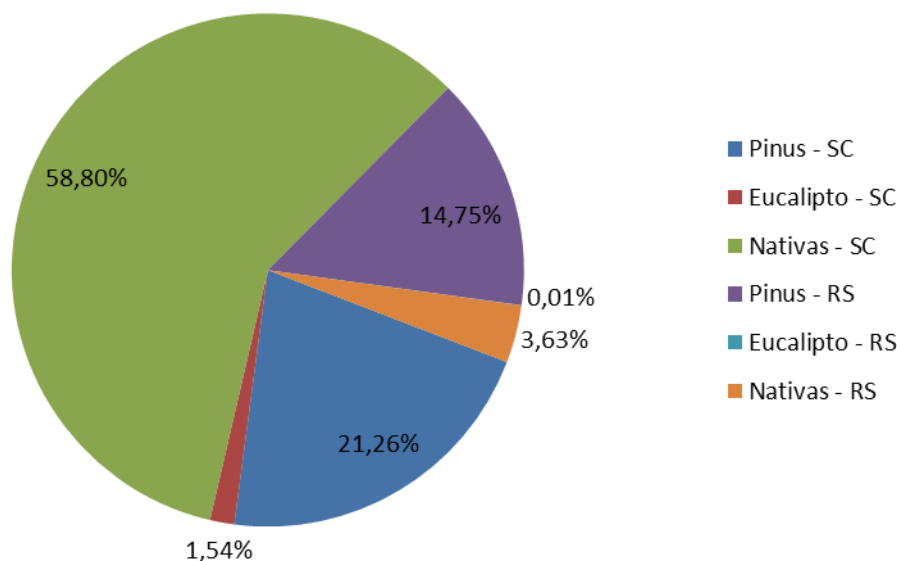


Figura 04 – Percentual de Estoque de Carbono

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 Santa Catarina concentre aproximadamente 74% da área total de floresta plantada (pinus e eucalipto), em comparação ao Rio Grande do Sul, a atividade de extração de madeira destinada à planta industrial da Papel SC resulta em uma diferença relevante entre os volumes efetivamente enviados por cada estado. 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.

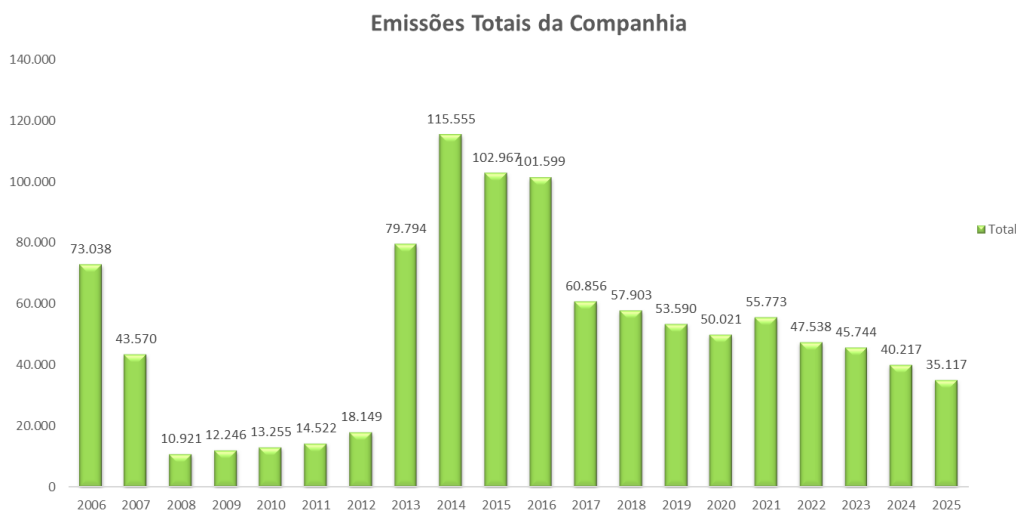
Em 2025, a Companhia adquiriu aproximadamente 1.800 ha de florestas no estado do Rio Grande do Sul. Desse total, 1.150 ha de Pinus elliottii, em diferentes estágios de desenvolvimento, foram incluídos no cálculo das remoções de GEE. As remoções foram calculadas exclusivamente com base no incremento anual de biomassa decorrente do crescimento florestal, considerando apenas o período em que as áreas estiveram sob controle da Companhia, não sendo apropriado o estoque total de carbono existente. Dessa forma, somente a variação positiva do estoque de carbono no período foi contabilizada como remoção.

Tabela 08 – Remoções Líquidas

Estado	Pinus		Eucalyptus		Nativas		Total	
	Área (ha)	tCO _{2e}	Área (ha)	tCO _{2e}	Área (ha)	tCO _{2e}	Área (ha)	Remoções Líquidas tCO _{2e}
SC	12.924,86	-15.621	1.295,44	-13.298	14.519	57.015	28.739,42	28.097
RS	5.064,50	66.546	11	367,51	1565	5.156	6.640,98	72.070
Total	17.989	50.925	1.307	-12.930	14.519	62.171	35.380	100.166

5.4 Emissões

As emissões da companhia do escopo 1 e escopo 2 totalizaram **35.116 tCO_{2e}**. Este resultado representa uma redução de **56%** em comparação com o verificado em 2013 e uma diminuição de **12,68%** em relação ao ano anterior, conforme detalhado na tabela 09 e ilustrado na figura 05.

Figura 05 – Evolução das Emissões ao longo do tempo – tCO₂e

Tabela 09 – Categorias de Emissões - tCO₂e

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
2025	35.116	0,538	35.117
Comparação			
Ano Base 2006	-51,13%	-99,95%	-51,92%
Ano Base 2013	-51,57%	-99,99%	-55,99%
Ano 2024	-2,57%	-99,99%	-12,68%

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 considero no histórico da companhia foi o encerramento das atividades da unidade Embalagem Vila Maria – SP, em 2019, e o encerramento das atividades da Unidade Resina – RS, em março de 2025, 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– tCO₂e

Categorias	Ano Base: 2006	Ano Base: 2013	Ano												Variação % 2006 e 2025	Variação % 2013 e 2025	Variação % 2023 e 2025
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025			
Trat. de Efluentes (doméstico)	58.761	14.391	31.135	15.323	24.244	790	788	276	237	266	224	257	257	229	-99,61%	-98,41%	-11,09%
Consumo de Energia	1.188	7.279	12.172	12.959	13.723	10.167	8.047	7.979	6.702	13.946	4.282	4.060	4.176	0,538	-99,95%	-99,99%	-99,99%
Consumo de Combustíveis (próprio)	9.282	49.162	63.241	65.433	56.319	42.034	40.108	39.941	38.312	37.070	38.624	37.509	33.206	32.257	247,52%	-34,39%	-14,00%
Consumo de Reagentes	2.289	2.044	2.060	1.880	1.137	1.238	900	994	924	1.343	1.354	1.155	113,23	562,7	-75,42%	-72,48%	-51,27%
Trat. Resíduos Sólidos (aterro industrial)	1.518	6.917	6.947	7.371	6.176	6.626	7.004	4.401	3.847	3.147	3.053	2.763	2.465,62	2.068	36,22%	-70,11%	-25,16%
Total	73.038	79.794	115.555	102.966	101.599	60.856	56.846	53.590	50.021	55.773	47.538	45.744	40.217	35.116,0	-51,92%	-55,99%	-23,23%

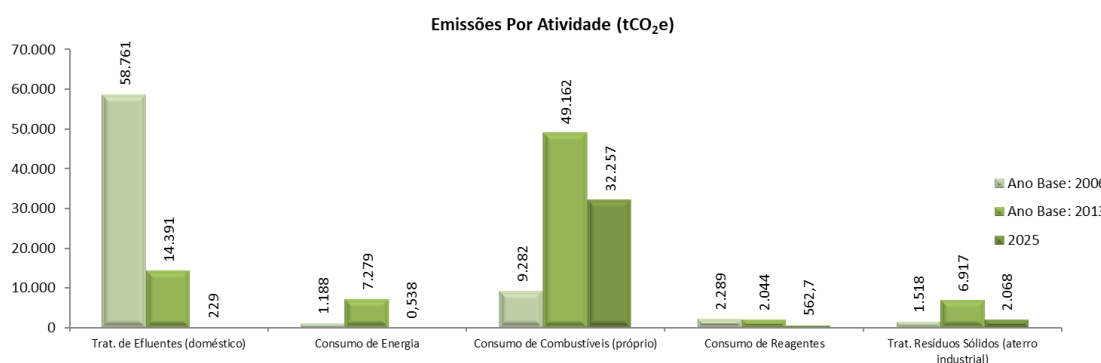


Figura 06 – Comparativo entre as categorias

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

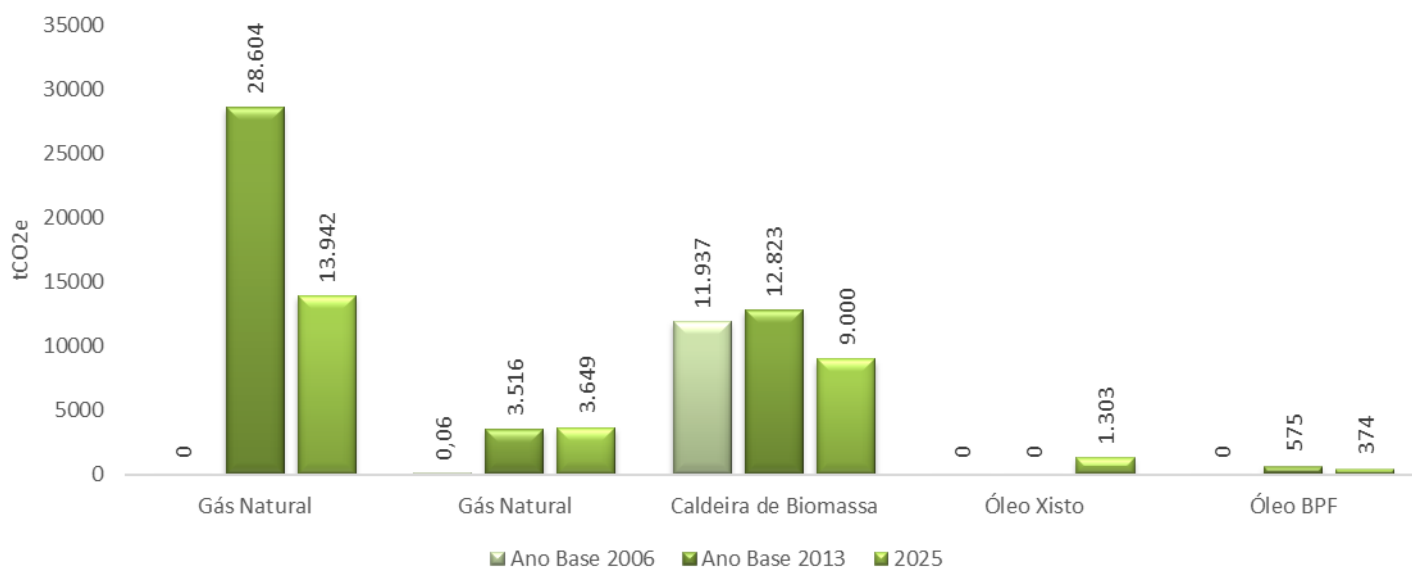
Tabela 11 – Análise de causas para a variação observada nas emissões.

Atividades	Causas
Combustível Estacionário- Escopo 01	<p>Na unidade Papel SC houve a substituição do combustível utilizado na Caldeira de Recuperação, com a troca do óleo BPF pelo óleo de xisto, combustível que apresenta fator de emissão inferior. Adicionalmente, foi implementada uma melhoria no bico do queimador da caldeira, possibilitando a redução do consumo de combustível necessário para a manutenção da queima dos gases GNCC e do metanol</p> <p>A unidade Embalagem SC apresentou um aumento nas emissões de GEE devido ao maior acionamento da caldeira da unidade para geração de vapor, com consequente aumento no consumo de óleo BPF. Ao longo do ano, paradas programadas para manutenção na unidade Papel SC demandaram a operação da caldeira própria da Embalagem, a qual também é acionada em situações de maior demanda de vapor pelas máquinas de papel, em função do balanço de vapor do processo.</p> <p>Na unidade Papel MG: Observamos uma redução na produção de aproximadamente 03 mil toneladas, em comparação a 2024, o que impactou diretamente no consumo de gás natural na caldeira e GLP nas empilhadeiras</p> <p>Unidade Resina: Ocorreu uma redução expressiva nas emissões devido ao encerramento das atividades em março de 2025</p>
Energia - Escopo 2	<p>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, Florestal SC, Papel MG, Embalagem SC e Papel SC, os quais contribuem com a nossa estratégia de descarbonização.</p>
Escopo 03	<p>No ano de 2025, observou-se redução das emissões no Escopo 3, decorrente principalmente de aprimoramentos metodológicos nas categorias 1 e 2. Os ajustes envolveram a aplicação de dados monetários líquidos de impostos, em alinhamento às diretrizes metodológicas do GHG Protocol para o uso de fatores monetários. Adicionalmente, a adoção de fator de emissão específico fornecido pelo principal fornecedor de cal, em substituição a fatores secundários, contribuiu para maior representatividade dos dados e para a redução das emissões estimadas neste escopo.</p>

Na Tabela 12 e na Figura 07 estão apresentadas as principais fontes de emissão do ano, em comparação com os anos-base. Em 2006, não havia consumo de Gás Natural nem de Óleo BPF. Já em 2025, ocorreu a substituição do combustível utilizado na Caldeira de Recuperação, com a troca do Óleo BPF pelo Óleo de Xisto, o que explica as variações observadas e a não comparabilidade histórica de determinados dados entre os períodos analisados

Tabela 12 – Principais fontes de emissão da companhia – tCO₂e

Unidade Operacional	Fonte de Emissão	Ano Base 2006	Ano Base 2013	2024	2025	Varição % entre 2013 e 2025
Papel - MG	Gás Natural	0	28.604	14.091	13.942	-51,26%
Embalagem Indai - SP	Gás Natural	0,06	3.516	3.660	3.649	3,79%
Papel - SC	Caldeira de Biomassa	11.937	12.823	8.673	9.000	-29,82%
Papel - SC	Óleo Xisto	0	0	0	1.303	-
Papel - SC	Óleo BPF	0	575	5.216	374	-35,01%


Figura 07 – Comparativo entre as principais fontes de emissão (tCO₂e)

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 (CO₂) 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 Oxido Nitroso responderam por uma pequena parte das emissões totais da companhia e foram provenientes das atividades de Consumo de

Combustíveis e utilização de fertilizantes no plantio de Pinus em SC. 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 ₂ e				
Unidades:	Dióxido de Carbono - CO ₂	Metano - CH ₄	Óxido Nitroso - N ₂ O	Emissão Por Unidade (tCO ₂ e)
Papel	2.263,34	6.185,86	5.896,71	14.345,90
Emb_SC	1.203,07	171,21	2,06	1.376,34
Florestal SC	891,63	2,25	30,20	924,09
Florestal RS	0,00	0,00	0,00	0,00
Resinas RS	65,72	18,37	13,41	97,50
Adm	10,95	0,12	0,31	11,38
Emb_SP	4.068,24	60,35	2,22	4.130,80
Papel_MG	14.188,43	33,95	8,16	14.230,54
TOTAL	22.691,37	6.472,11	5.953,07	35.116,54
Percentual de Gases				
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
	64,62%	18,43%	16,95%	

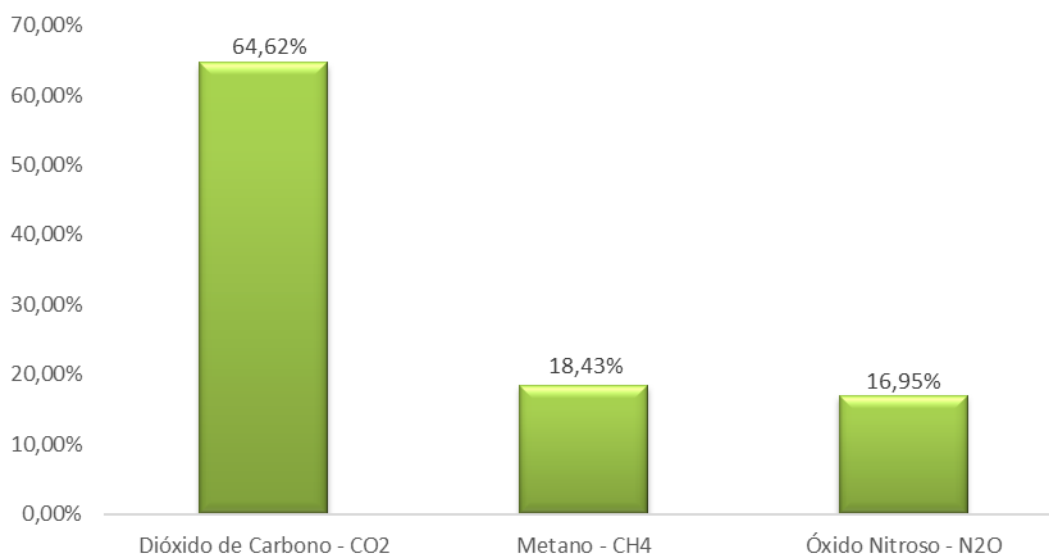


Figura 08 – Percentual da atuação de cada gás de GEE

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	EMISSIONS								RESULTADO		
				PAPEL SC	EMB. SC	FLOR. SC	FLOR. RS	RESINAS-RS	ADM	EMB. SP	PAPEL MG	SUBTOTAL	TOTAL (tCO _{2e})	
Escopo 1	EMISSIONS DIRETAS	COMBUSTIVEL MÓVEL	DIESEL	148,35		839,94		51,18			9,52	1.048,99	35.116,01	
			BIODIESEL*	0,31		1,77		0,25			0,02	2,35		
			GASOLINA	49,02	33,99	63,84		9,75	11,34	9,97	0,58	178,49		
			ETANOL*	0,23	0,23	0,17		0,05	0,05	0,68	0,06	1,46		
			GLP - Emp.	404,69	413,15			5,31		270,08	143,37	1.236,60		
		COMBUSTIVEL ESTACIONÁRIO	GÁS NATURAL							3.648,81	13.942,02	17.590,83		
			DIESEL							0,84	110,91	111,75		
			BIODIESEL*								0,23	0,23		
			ÓLEO BPF	373,51	381,00							754,52		
			ÓLEO XISTO	1.303,12								1.303,12		
		REAGENTES [1]	Produtos químicos; Acetileno;	BIOMASSA	8.999,62				22,39			9.022,01		
				LICOR NEGRO	1.006,52							1.006,52		
				Produtos químicos; Acetileno;	4,72	388,67	18,36		0,00		149,99	0,96		562,71
				RESIDUOS GERADO 2016	256,99	3,53								260,51
				RESIDUOS GERADO 2017	274,08	4,44								278,52
		TRAT. RES. SÓLIDOS	RESIDUOS GERADO 2018	244,47	3,59							248,07		
			RESIDUOS GERADO 2019	271,36	4,28							275,63		
			RESIDUOS GERADO 2020	305,84	6,69							312,53		
			RESIDUOS GERADO 2021	216,20	39,94							256,14		
			RESIDUOS GERADO 2022	198,44	26,62							225,06		
RESIDUOS GERADO 2023	50,94		12,59							63,52				
RESIDUOS GERADO 2024	74,42		9,32							83,74				
RESIDUOS GERADO 2025	57,43		6,65							64,07				
TRAT. EFL. LÍQ. SANITÁRIO	EFLUENTE DOMESTICOS	105,65	41,24			8,32		50,56	22,87	228,64				
Escopo 2	EMISSIONS INDIRETAS - ENERGIA	ENERGIA - Abordagem Baseada na Localização	ELETRICIDADE	1.483,62	338,32	1,12		0,54	1,52	352,84	1.091,47	3.269,44	3.269,44	
Escopo 2	EMISSIONS INDIRETAS - ENERGIA	ENERGIA - Abordagem Baseada na Escolha de Compra	ELETRICIDADE	0,00	0,00	0,00		0,54	0,00	0,00	0,00	0,54	0,54	
TOTAL				14.345,90	1.375,93	924,09		97,78	11,38	4.130,93	14.230,54	35.116,54	35.116,54	

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 Decol 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 **99,9%%** 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	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Escopo 1	98,37%	90,88%	89,47%	87,41%	86,49%	83,29%	86,10%	85,11%	86,60%	75,00%	90,99%	91,13%	89,62%	99,998%
Escopo 2	1,63%	9,12%	10,53%	12,59%	13,51%	16,71%	13,90%	14,89%	13,40%	25,00%	9,01%	8,87%	10,38%	0,002%

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 2025 comparado com 2013 (ano base) de **55%**, e redução de 29% 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 – l'RECs para as unidades industriais de Santa Catarina, Embalagem SP, Escritório Administrativo SC, Florestal SC e Papel MG, 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 _{2e}	Média- tCO _{2e} /MWh
2006	1.188,00	0,03
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	0,05
2025	3.269,44	0,046
% 2013 - 2025	-55,08%	
% 2024 - 2025	-29,03%	

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 de Santa Catarina, Embalagem SP, Escritório Administrativo SC, Florestal SC e Papel MG.

Tabela 17 – Emissões por Unidade Operacional

UNIDADE	tCO _{2e}
Papel	1492,14
Embalagem SC	339,84
Florestal SC	1,12
Resinas RS	0,54
Administrativos	1,53
Embalagem SP	354,47
Papel MG	1097,03
Total	3.286,68

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. Na contabilização de GEE, foi considerada as emissões e compensadas com a aquisição de Certificado de Energia Renovável para cada MWh consumido.
- 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 e compensadas com a aquisição de Certificado de Energia Renovável para cada MWh consumido pela unidade

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, a Companhia vem aprimorando a contabilização das emissões do Escopo 3, refletindo seu compromisso com o monitoramento das atividades da cadeia de valor que possam gerar impactos ambientais. Ressalta-se que o relato das emissões do Escopo 3 é de caráter optativo, conforme previsto na norma aplicável

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	(tCO2e)	% Representatividade
Categoria 1	Bens e serviços adquiridos	91.813,01	38,59%
Categoria 2	Bens de capital	1.633,10	0,69%
Categoria 3	Combustível e energia não considerados no E1 e E2	1.493,69	0,63%
Categoria 4	Transporte e distribuição upstream	54.839,75	23,05%
Categoria 5	Resíduos gerados nas operações	66,94	0,03%
Categoria 6	Viagens a negócio	264,55	0,11%
Categoria 7	Desclocamento de Funcionários	995,17	0,42%
Categoria 9	Transporte downstream	22.660,09	9,52%
Categoria 10	Processamento de produtos vendidos	4.039,02	1,70%
Categoria 12	Tratamento de fim de vida útil	60.138,48	25,27%
TOTAL		237.943,80	100%

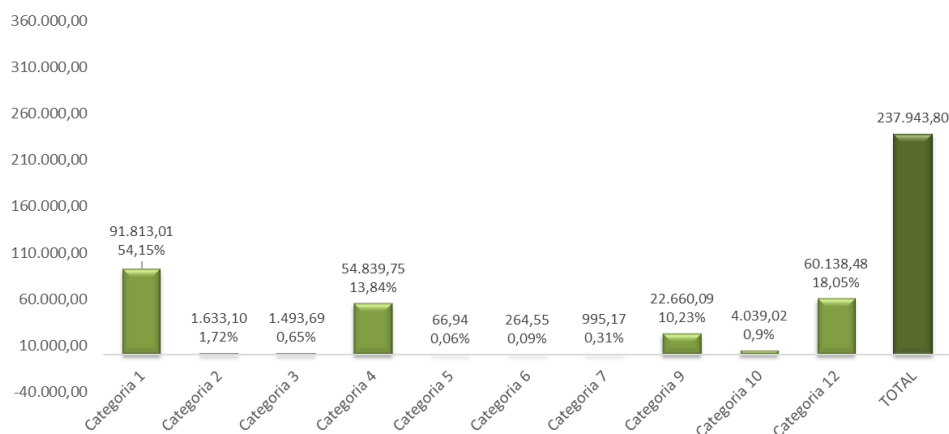


Figura 10 – Comparativo Emissão do Escopo 03 entre as categorias – tCO2e

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 ₂ e				
Unidades:	Dióxido de Carbono - CO ₂	Metano - CH ₄	Óxido Nitroso - N ₂ O	Emissão Por Unidade (tCO ₂ e)
Papel SC	113.738,33	53.141,64	16,35	166.896,32
Embalagem SC	17.800,75	9,70	0,70	17.811,14
Florestal SC	8.132,15	9,77	59,63	8.201,55
Florestal RS	1.095,51	0,11	0,68	1.096,31
Resinas RS	810,01	1,31	0,00	811,32
Administrativo	958,52	0,07	0,44	959,03
Embalagem SP	21.688,31	37,69	2,74	21.728,74
Papel MG	13.411,44	7.026,86	1,11	20.439,40
TOTAL	177.635	60.227,1	81,6	237.943,80
Percentual de Gases				
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
	74,65%	25,31%	0,03%	

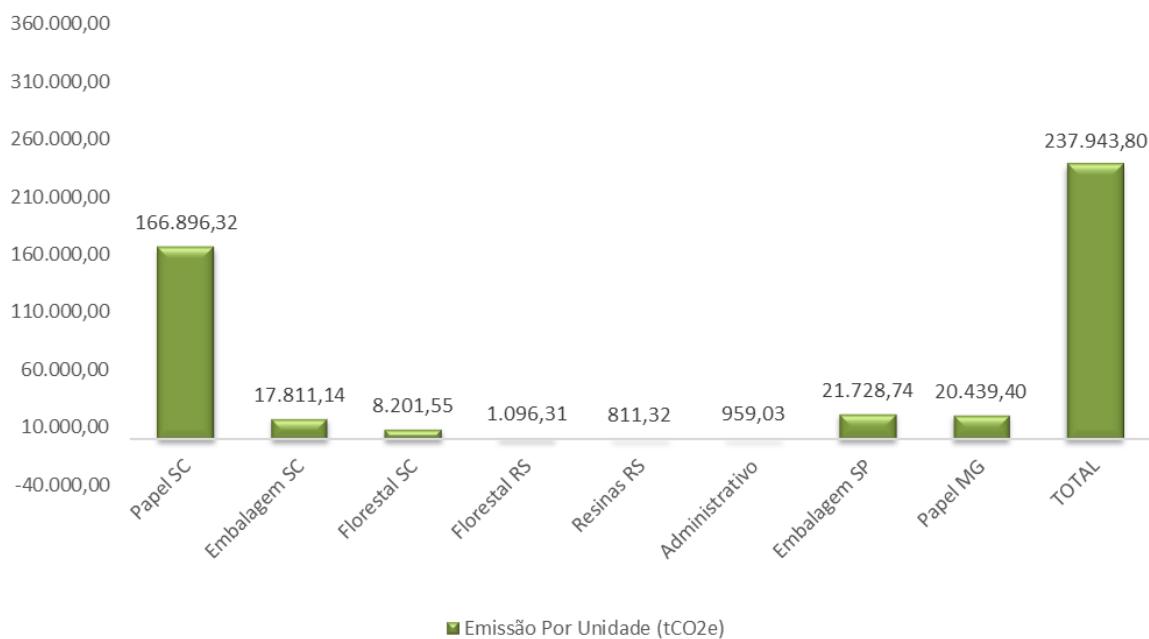


Figura 11 – Comparativo Emissão do Escopo 03 entre as Unidades de negócio – tCO₂e

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) – tCO₂e

UNIDADES INDUSTRIAIS	Ano Base: 2006			Ano Base: 2013			2025		
	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	257.011	14.346	0,06
EMBALAGEM SC	30.998	4.438	0,14	63.811,65	1.561,00	0,02	86.881	1.376	0,02
EMBALAGEM SP	47.859	3.110	0,06	73.243,72	4.057,00	0,06	81.517	4.131	0,05
PAPEL MG	-	-	-	42.910,15	32.931,00	0,77	60.074	14.231	0,24

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 CH₄ 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 – tCO₂e

Toneladas RSI	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	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	144,13	79,02		1911
2025											256,99	274,08	244,47	271,36	305,84	216,20	198,44	50,94	74,42	57,43	1569
2026												258,12	230,24	255,55	288,03	216,20	176,00	47,97	70,08	54,08	1248
2027													216,83	240,67	271,26	191,75	176,00	45,18	66,00	50,94	921
2028														226,66	255,46	180,58	165,75	42,54	62,16	47,97	663
2029															240,59	170,07	156,09	40,07	58,54	45,18	411
2030																160,16	147,00	37,73	55,13	42,54	160

Acumulados - 2015 à 2025

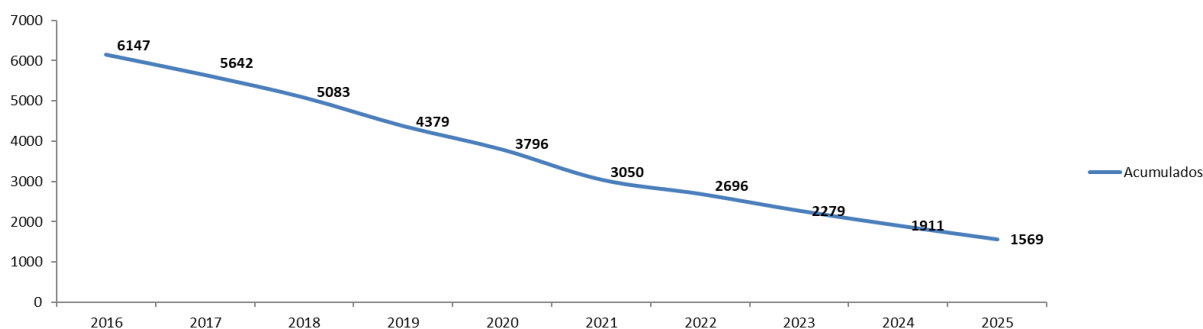


Figura 12 – Passivo de emissões acumulados na Unidade Papel – SC

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 2025, considerando Escopo 1 e 2, o balanço de carbono da *Irani Papel e Embalagem S.A.* ficou positivo em 65% o equivalente a 65.050tCO₂e, ou seja, as remoções florestais possuem um potencial de absorção de carbono superior ao que as unidades produtivas emitem de CO₂e 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 0,61 tCO₂e.

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:** Houve a substituição do combustível utilizado na Caldeira de Recuperação, com a troca do óleo BPF pelo óleo de xisto, combustível que apresenta fator de emissão inferior. Adicionalmente, foi implementada uma melhoria no bico do queimador da caldeira, possibilitando a redução do consumo de combustível necessário para a manutenção da queima dos gases GNCC e do metanol. Essas alterações operacionais resultaram em uma redução de aproximadamente 6% nas emissões de GEE em comparação a 2024. No mesmo período, a unidade também realizou a aquisição de certificados I-REC, permitindo a compensação das emissões associadas ao consumo de energia elétrica (Escopo 2).
- **Unidade Embalagem SC:** Apresentou um aumento nas emissões de GEE devido ao maior acionamento da caldeira da unidade para geração de vapor, com consequente aumento no consumo de óleo BPF. Ao longo do ano, paradas programadas para manutenção na unidade Papel SC demandaram a operação da caldeira própria da Embalagem, a qual também é acionada em situações de maior demanda de vapor pelas máquinas de papel, em função do balanço de vapor do processo. No mesmo período, a unidade também realizou a aquisição de certificados I-REC, permitindo a compensação das emissões associadas ao consumo de energia elétrica (Escopo 2).
- **Unidade Resinas e Florestal RS:** Ocorreu uma redução expressiva nas emissões devido ao encerramento das atividades da Unidade Resina em março de 2025.
- **Administrativos:** O maior uso de álcool na frota de veículos próprios auxiliou da redução das emissões desta unidade. No mesmo período, a unidade também realizou a aquisição de certificados I-REC, permitindo a compensação das emissões associadas ao consumo de energia elétrica (Escopo 2).

- **Unidade Papel MG:** Observamos uma redução na produção de aproximadamente 03 mil toneladas, em comparação a 2024, o que impactou diretamente no consumo de gás natural na caldeira e GLP nas empilhadeiras, reportados no escopo 1. No mesmo período, a unidade também realizou a aquisição de certificados I-REC, permitindo a compensação das emissões associadas ao consumo de energia elétrica (Escopo 2).
- **Unidade Indaiatuba SP:** Nesta unidade, não houve alterações significativas nas emissões ao longo de 2025, em relação ao ano passado. No mesmo período, a unidade também realizou a aquisição de certificados I-REC, permitindo a compensação das emissões associadas ao consumo de energia elétrica (Escopo 2).
- **Unidade Florestal SC:** Nesta unidade, não houve alterações significativas nas emissões ao longo de 2025, em relação ao ano passado. No mesmo período, a unidade também realizou a aquisição de certificados I-REC, permitindo a compensação das emissões associadas ao consumo de energia elétrica (Escopo 2).

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

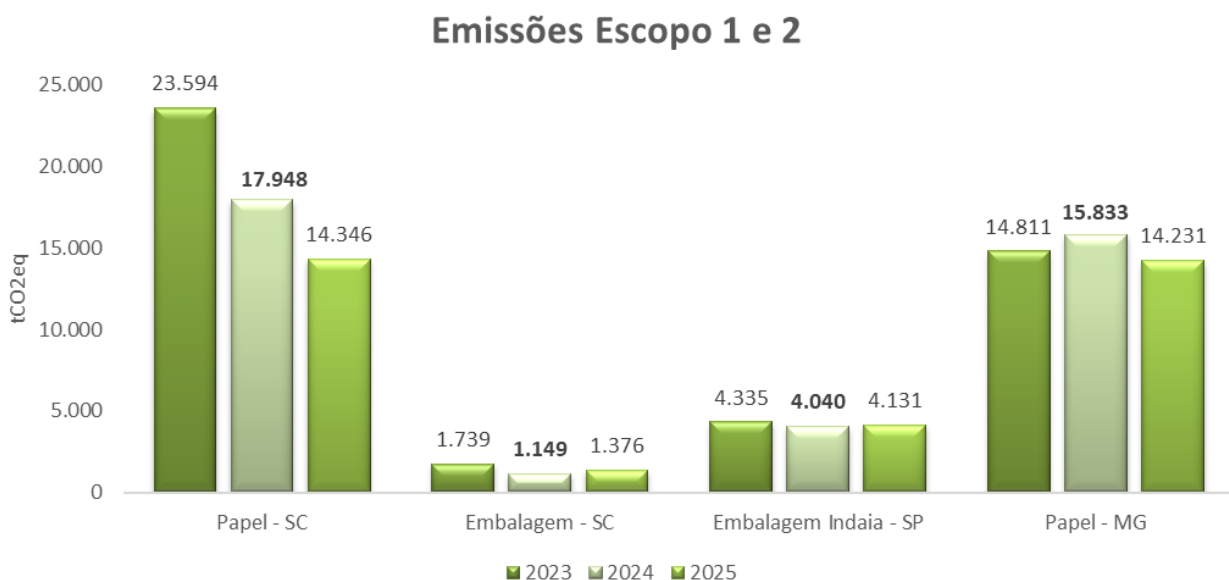


Figura 13 – Unidades Industriais – Escopo 1 e 2

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:
1. Controle da Diretoria	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; 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 – Habitasul Energia Sustentável. 1.2 Acompanhamento pelo Relatório de Sustentabilidade. Em 2010 a companhia foi finalista do PPI Award na Categoria: Estratégia Ambiental do Ano.
2. Execução da Gestão	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; 2.2 Constituir times em cada departamento para pensar e sugerir ações de eficiência energética; 2.3 Atrair 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. 2.2 GAP de Eficiência Energética, divulgado o guia da ABTCP para eficiência energética em 2011; 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.
3. Divulgação ao Público	3.1 Engajamento em algum programa de divulgação de balanço de GEE: <i>Carbon Disclosure Project</i> (www.cdproject.net), Programa Brasileiro GHG Protocol (www.ghgprotocol.org).	3.1 São divulgado no Carbon Disclosure Project (CDP), os resultados do inventário de forma voluntária desde 2010; 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.
4. Quantificações das Emissões	4.1 Atualizar mensalmente o inventário de GEE da companhia; 4.2 Submeter o inventário de GEE para verificação independente por entidade acreditada na norma ISO 14.065. 4.3 Caracterizar os resíduos que são encaminhados ao aterro para descontar os resíduos que não geram gases de efeito estufa; 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; 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; 4.3 Foi efetivado a partir de 2010, com a contabilização também de alguns prestadores de serviços e melhorias contínuas. 4.4 Desativada caldeira a óleo BPF na Unidade Papel MG no ano de 2015, reduzindo as emissões da unidade em decorrência desta fonte. 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. 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. 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. 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 4.9 Em 2022 iniciamos a aquisição de Certificados de Energia Renovável (I'REC) para a unidade Embalagem Indaiatuba SP. 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. 4.11 Em 2023 start-up caldeira de recuperação da unidade Papel e Embalagem SC. 4.12 Em 2024 ampliamos a aquisição de Certificados de Energia Renovável (I'REC) para o Escritório Administrativo SC e Florestal SC. 4.13 Em 2025 houve a troca do combustível utilizado na Caldeira de Recuperação e melhorias no processo para diminuir o consumo do Óleo Xisto. Ampliamos a compra de Certificados de Energia Renovável (I'REC) para todo o site de SC e MG
5. Planejamento Estratégico e Execução	5.1 Incorporar a gestão climática ao Planejamento Estratégico, estabelecendo objetivos climáticos e metas de redução de emissões de GEE; 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. 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. 5.3 Em 2017 foram substituídas as luminárias nas unidades Embalagens, por lâmpadas de LED, contribuindo com menor consumo de energia. 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 CO₂ 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. 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. 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 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.ipccc.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 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, 21th 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 20th 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. 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.

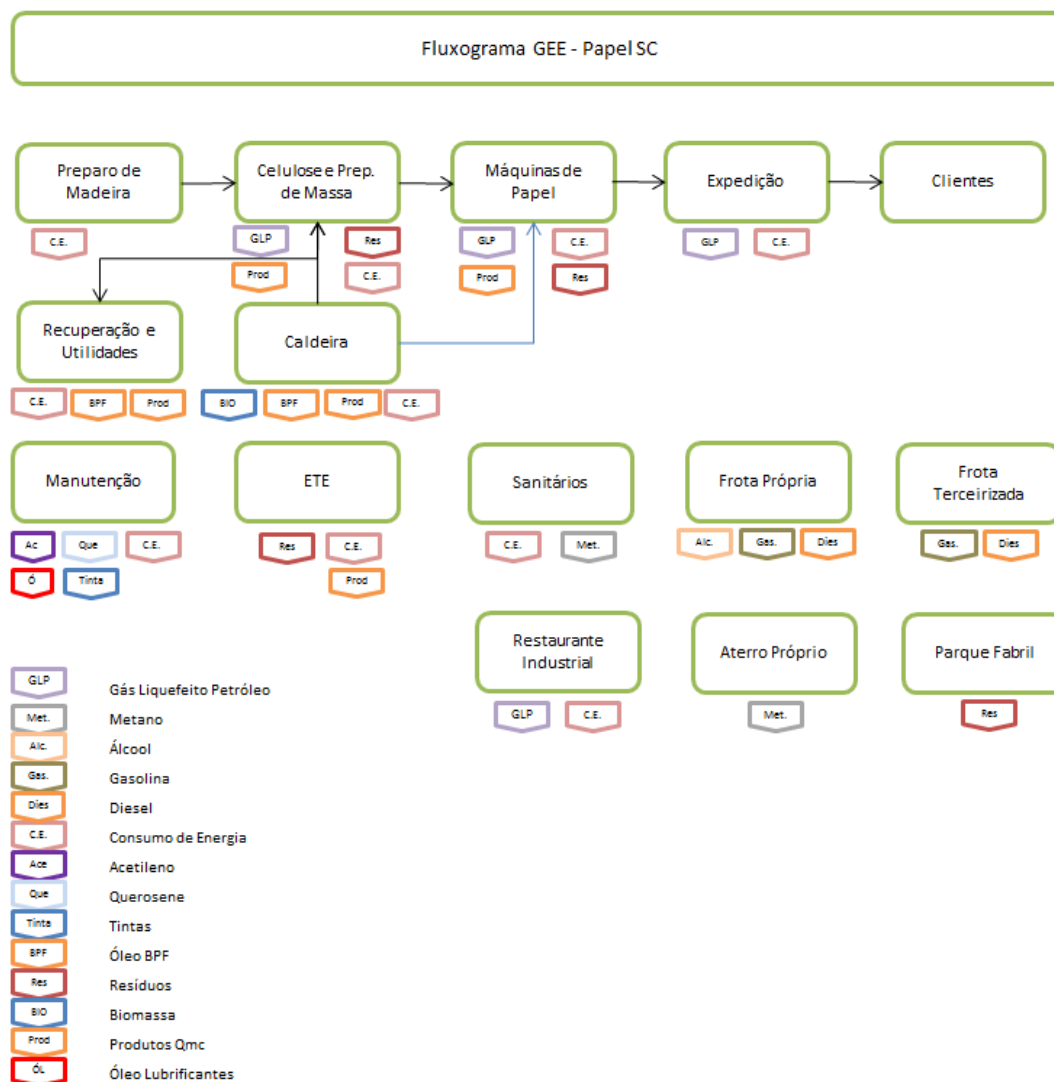
UNEP Risoe (2009) CDM/JI Pipeline Analysis and Database, May 1st 200. Disponível em: <http://www.cdmpipeline.org/>

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. Acesso em: Fev 2008.

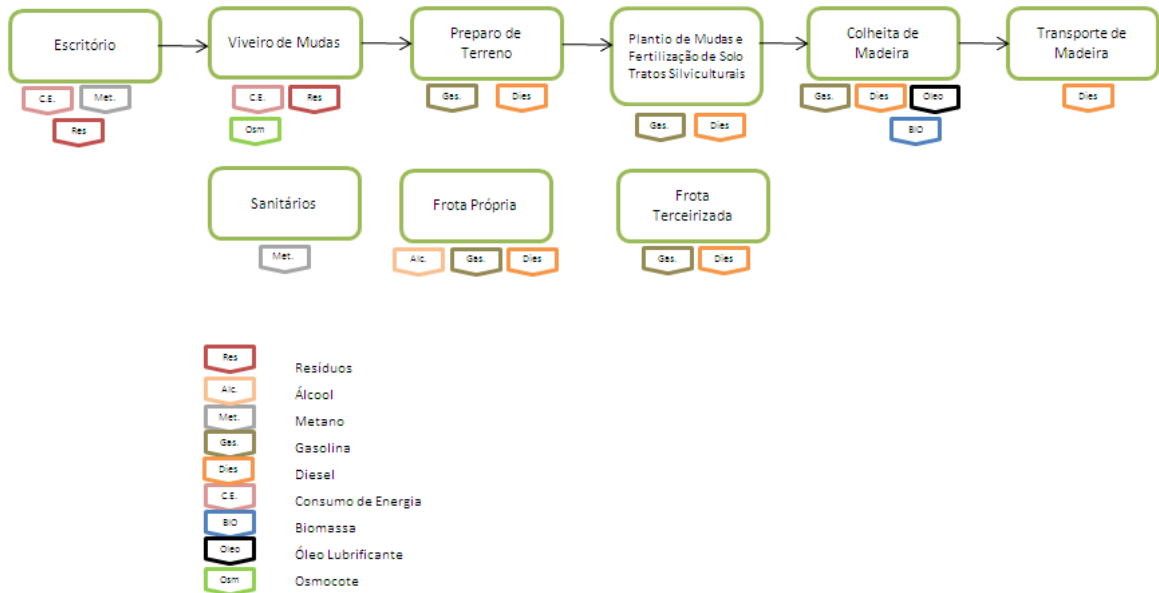
UN Global Compact www.unglobalcompact.org Acesso em Jan 2007

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

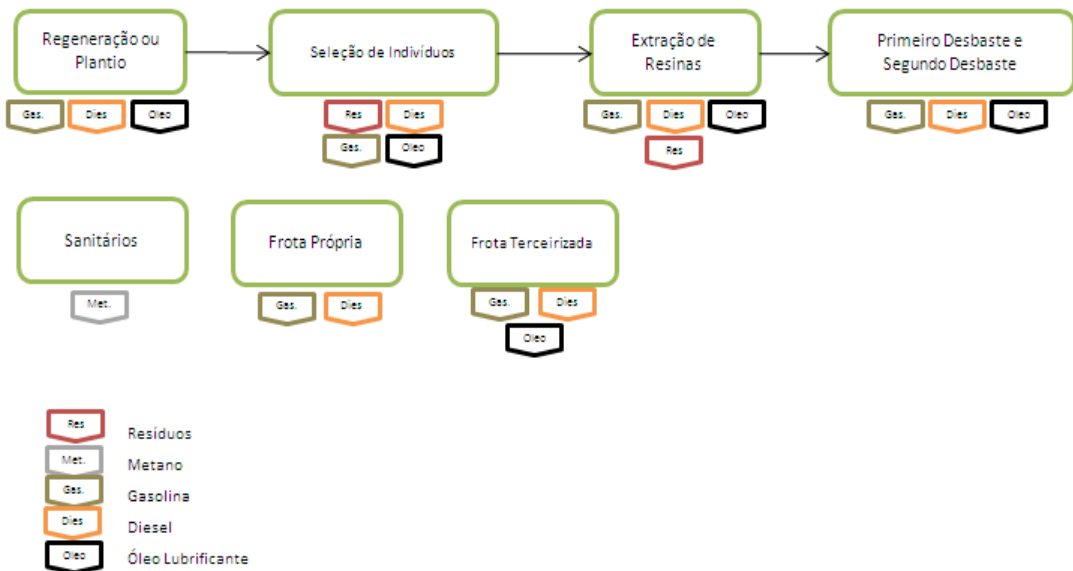
9. Fluxograma dos processos



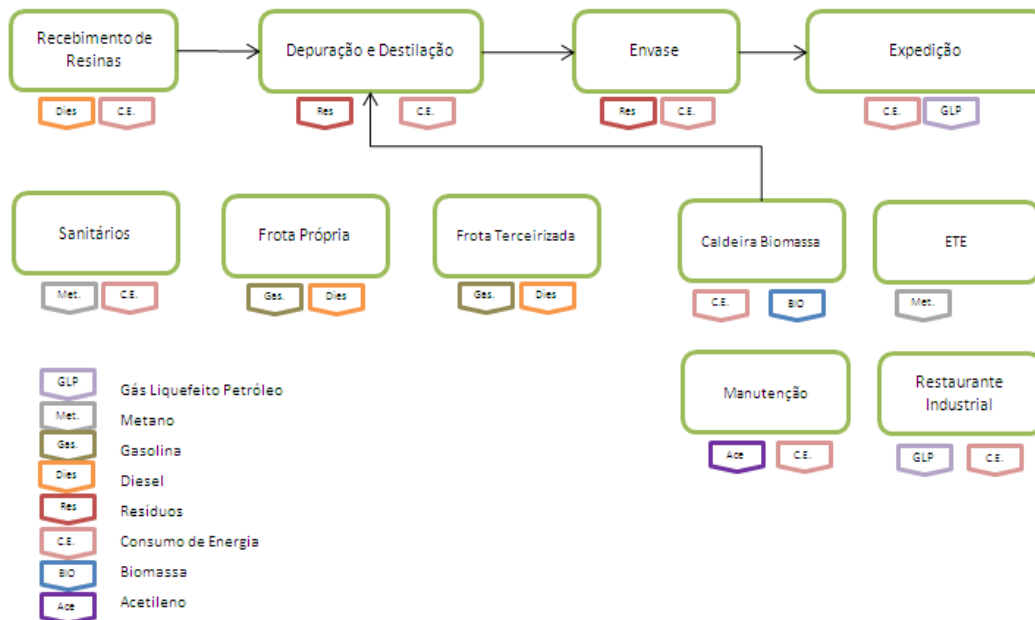
Fluxograma GEE- Florestal SC



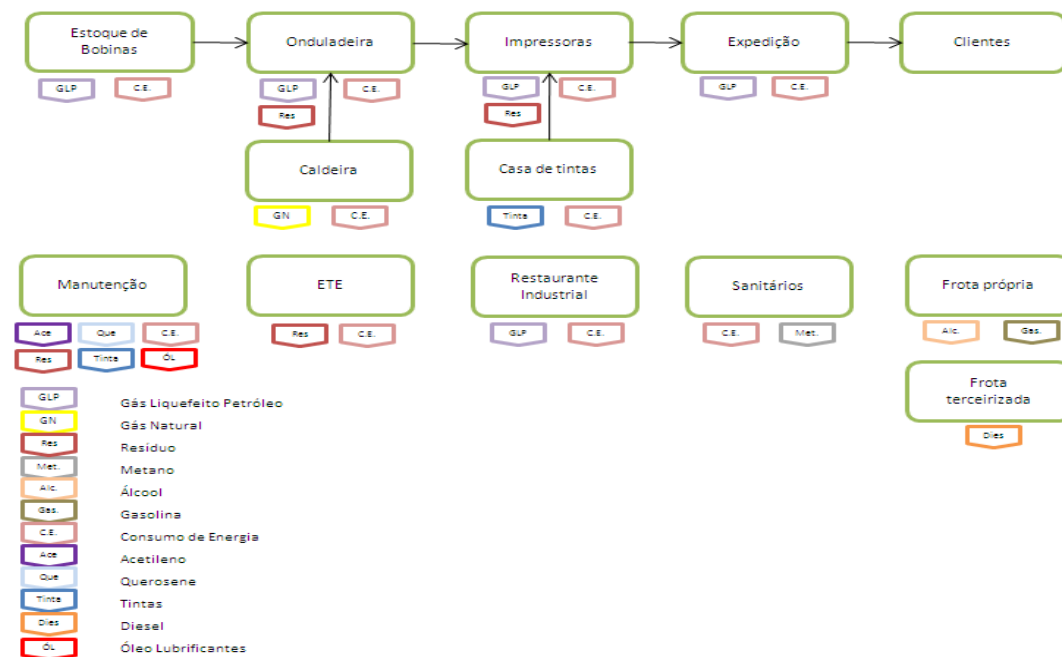
Fluxograma GEE- Florestal RS



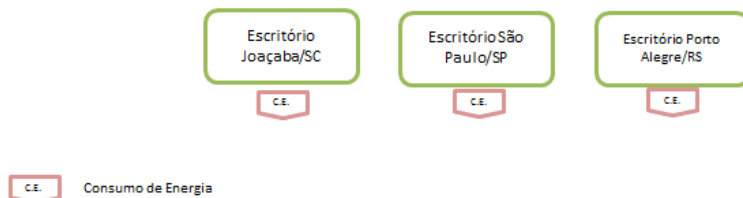
Fluxograma GEE - Resinas RS



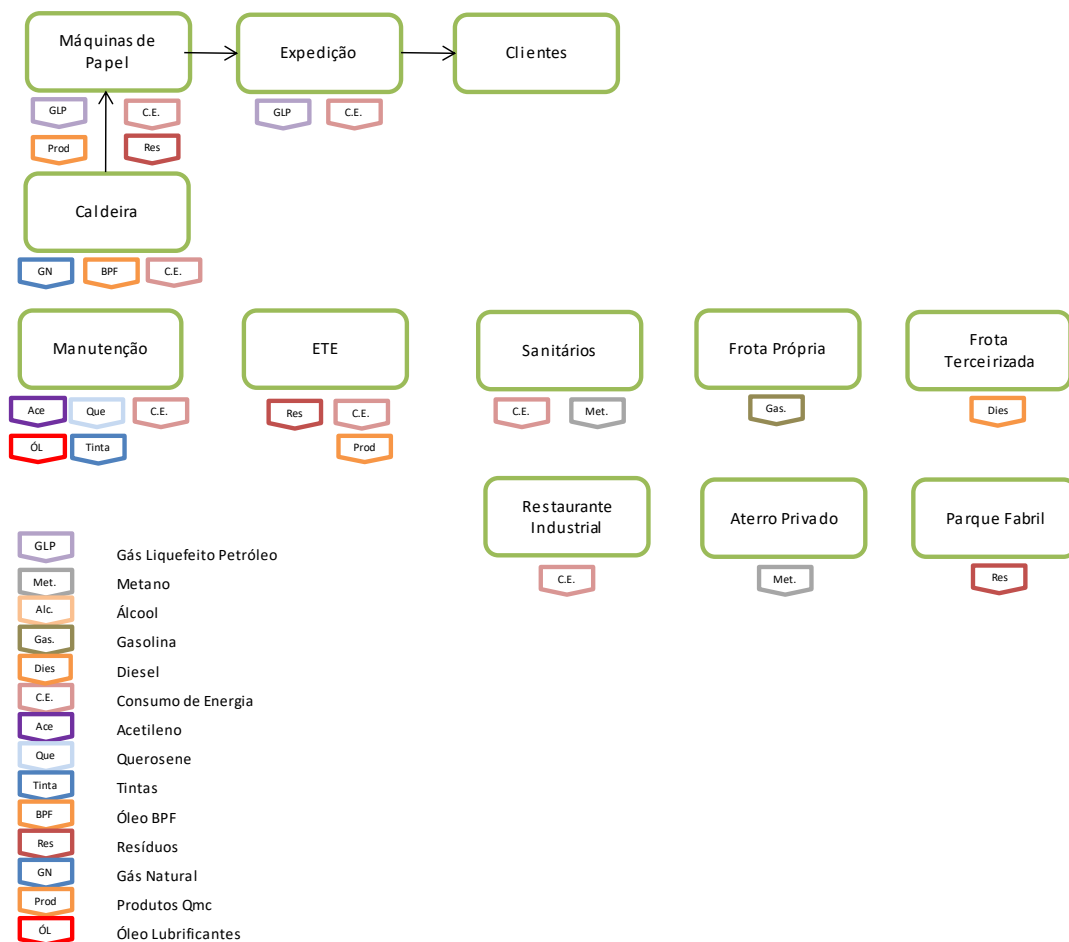
Fluxograma GEE - Embalagem SP



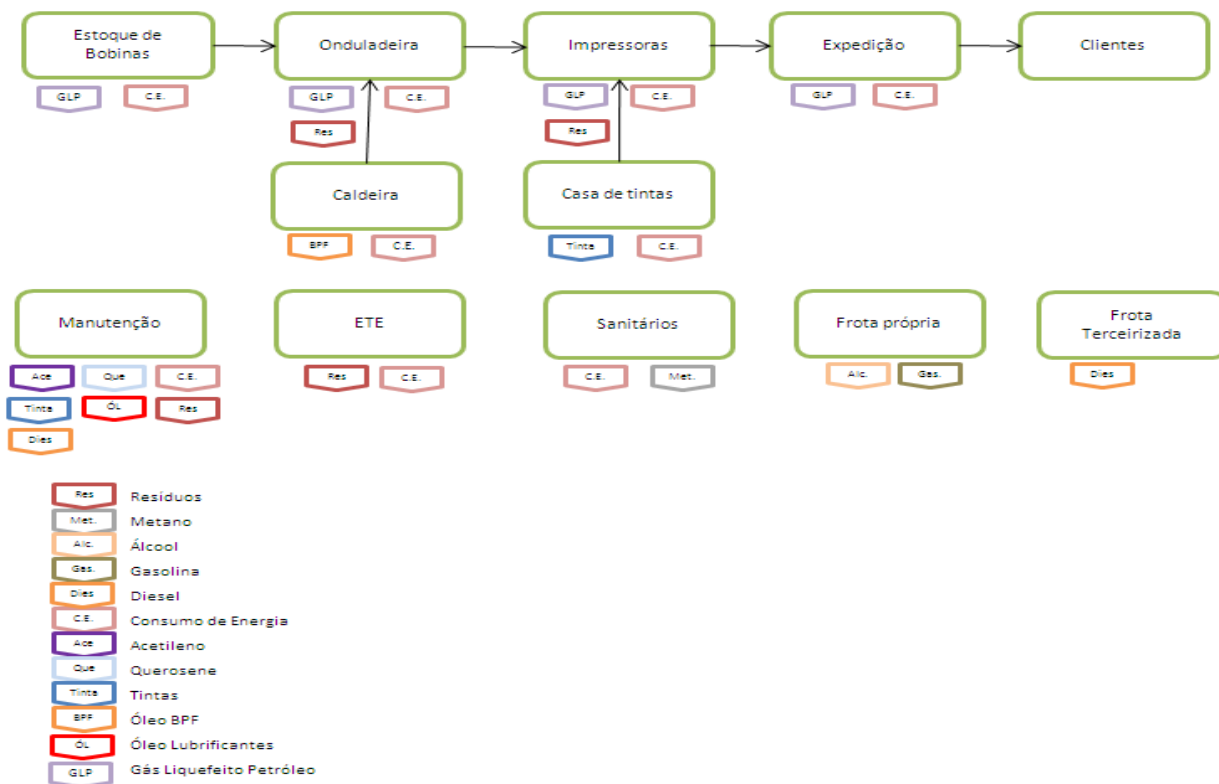
Fluxograma GEE - Administrativos



Fluxograma GEE - Papel MG



Fluxograma GEE - Embalagem SC





Siga a Irani nas redes sociais



irani_oficial



irani.br