



Inventário Corporativo de Gases de Efeito Estufa

Ano 2023

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 2023. O inventário segue os padrões internacionais desenvolvidos pela *Internacional Organization for Standardization (ISO)* e do *World Resources Institute (WRI)* contemplando todas as **Emissões Diretas** (Escopo 1) e **Emissões Indiretas por Consumo de Energia** (Escopo 2), além das **Emissões Indiretas por outras Fontes** (Escopo 3).

Equipe do Projeto:

Diretor Presidente: Sergio Luiz Cotrim Ribas

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

Gerência Saúde, Segurança, Qualidade e Sustentabilidade: Leandro Alexis

Farina

Eng. Meio Ambiente: Ricardo Peruzzo Bernasconi

Equipe das Unidades Operacionais:

Unidade Papel MG/ Santa Luzia – Camila Paula da Silva

Unidade Embalagem/ Indaiatuba – Laís Schiavon

Unidade Resinas e Florestal RS/ Balneário Pinhal – Juliani Araujo

Unidade Papel SC/ Vargem Bonita – Marcel Bresolin

Unidade Embalagem SC/ Vargem Bonita – Joseane Rambo

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

Sumário

1 - Informações Gerais	5
2 - Descrição da Companhia	5
2.1 Fronteiras Operacionais	7
2.2 Fontes de Emissão	7
2.3 Fontes neutras excluídas, fontes neutras contabilizadas e fontes de emissão irrelevantes excluídas	9
2.4 Período de Referência e Ano Base	11
2.5 Recálculo do Ano-Base	12
2.6 Verificação do Inventário por Partes Externas	12
2.7 Responsabilidades de Informações	13
3 Termos e Definições	13
3.1 Termos utilizados	13
3.2 Princípios do Inventário de GEE	15
4 Metodologias	16
4.1 Metodologias de quantificação de emissões de GEE	16
4.2 Cálculo de estoque de carbono e remoções de CO ₂ devido à crescimento florestal	26
4.3 Estoque de Carbono e CO ₂ e nas Florestas Nativas	32
5. Resultados	34
5.1 Recálculo de Emissões ou Remoções	34
5.2 Resultados Comparativos – Ano Base	34
5.3 Remoções	35
5.4 Emissões	38
6 Passivo de Emissões	50
7 Considerações finais	52
8 Referência Bibliográfica	56
9. Fluxograma dos processos	58

1 - Informações Gerais

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

2 - Descrição da Companhia

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

A Irani produz papéis Kraft pardo e branco, de 30 a 200 g/m², nas linhas FineKraft, FlashKraft e FlexiKraft, além do EnveloKraft, em pardo e ouro. Produz, também, papéis 100% fibra virgem, indicados para contato direto com alimentos. Para a produção de chapas e caixas de papelão ondulado, a Irani fabrica os papéis KraftLiner, Reciclado, Miolo e Capinha. A Irani apoia seus clientes desde a indicação até o desenvolvimento do papel Kraft mais adequado às necessidades de cada processo. Oferece suporte e acompanhamento por meio de assistência técnica.

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

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

O Selo FSC certifica o manejo florestal responsável e a aquisição de matéria-prima de origem adequada por parte da Irani. A Certificação da Cadeia de Custódia garante que, nas unidades Papel (SC e MG), Embalagem (SC e SP) e Resina-RS, todo o processo seguido pelas matérias-primas certificadas e monitorado desde a floresta até o produto comercializado, além de outras madeiras de origem controlada, em conformidade com os requisitos do FSC. A companhia também é certificada em seu Sistema de Gestão da Qualidade segundo a norma NBR ISO 9001 em todas as unidades operacionais.

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

2.1 Fronteiras Operacionais

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

Tabela 01 – Unidades operacionais e controladas

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

O escritório administrativo de Porto Alegre RS foi transferido para a Habitasul no ano de 2022, sendo contabilizado apenas o consumo de combustível de frota própria, uma vez que os veículos são da Irani.

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.

Temos 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
Emissões Diretas	Combustíveis	Diesel	Frota própria de veículos pesados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Papel/SC; Florestal/RS; Resinas/RS; Embalagem/SP; Administrativos
		Gasolina	Frota própria de veículos leves	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Papel/SC; Embalagem/SP; Florestal/RS; Resinas/RS; Papel/MG; Administrativos
		GLP	Empilhadeiras	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Papel/SC; Embalagem/SP; Resinas/RS; Papel/MG
		Gás Natural	Caldeira	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Embalagem/SP; Papel/MG
		Óleo BPF	Caldeira	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Papel/SC; Embalagem/SC; Papel/MG
		Álcool	Frota própria de veículos leves	CH ₄	Papel/SC; Embalagem/SP
		Biomassa	Caldeira	CH ₄	Papel/SC; Resinas/RS
	Licor Negro	Forno de recuperação	CH ₄	Papel/SC	
	Reagentes	Solventes e Tintas	Processo de Pinturas	CO ₂	Papel/SC; Embalagem/SC; Embalagem/SP;
		Acetileno	Processos de oxi-corte e soldagem	CO ₂	Pape/SC; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Resinas/RS
		Querosene	Limpezas de Manutenção	CO ₂	Papel/SC; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Papel/MG
		Produtos Químicos contendo solventes orgânicos	Polímeros e Antiespumante	CO ₂	Papel/SC; Papel/MG
		Tintas flexográficas	Pintura de Embalagens	CO ₂	Embalagem/SP; Papel/MG
		Nutrientes/Osmocote	Viveiro Florestal	N ₂ O	Florestal/SC
	Tratamento de Resíduos	Resíduos Industriais (aterro próprio)	Disposição de resíduos sólidos em aterro industrial próprio ou disposição em floresta	CH ₄	Papel/SC; Embalagem/SC; Embalagem/SP;
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 anaeróbico de efluentes domésticos	CH ₄	Todas as Unidades	
Emissões Indiretas - ENERGIA - Abordagem Baseada na Localização	Energia	Eletricidade	Aquisição de energia do GRID	CO ₂	Papel/SC; Florestal/SC; Papel MG Embalagem/SP; Embalagem SC Resinas/RS; Escritório Joaçaba
Emissões Indiretas - Abordagem Baseada na Escolha de Compra	Energia	Eletricidade	Aquisição de IREC	CO ₂	Embalagem/SP
Emissões Indiretas - Outras fontes	Combustíveis	Diesel	Frota terceirizada de veículos pesados	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Papel/SC; Florestal/SC; Florestal/RS; Embalagem/SP; Resinas/RS
		Gasolina	Frota terceirizada de veículos leves	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Pape/SC; Florestal/SC; Florestal/RS
		Querosene de Avião	Viagens aéreas	CO ₂	Todas as Unidades
		GLP	Restaurantes	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Papel/SC; Embalagem/SP; Resinas/RS; Papel/MG
	Óleo lubrificante	Motoserra; roçadeiras	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Florestal/SC e Florestal/RS	
Tratamento de Resíduos	Resíduos Sólidos (aterro privado)	Disposição de resíduos sólidos em aterro industrial/doméstico privado	CH ₄	Papel/SC; Embalagem/SC; Embalagem/SP; Resinas/RS; Papel/MG	

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

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

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

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

Fontes Neutras Excluídas:

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

Fontes Neutras Contabilizadas:

- As emissões de caldeira de biomassa HPB (*High Pressure Boiler*) e Licor Negro foram calculadas, sendo que, a emissões relativas ao CH₄ e N₂O, são calculadas e contabilizadas na planilha e relatório;
- As emissões relativas aos combustíveis de biodiesel, gasolina com adição de álcool e etanol foram contabilizadas apenas CH₄ e N₂O no relatório e planilha.

Fontes Emissão Irrelevantes Excluídas:

- Emissões fugitivas de fluido refrigerante: os gases utilizados pela Irani Papel e Embalagem S.A. para esse fim são da especificação “R-22” e “R-410 A” da família dos HCFC’s. Tais gases não são regulamentados pela Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas nem tampouco pela ISO 14.064:2022 Parte 1;
- As emissões relativas ao 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%.
- CO₂ de processo usado no 4º filtro lavador para controle de pH da celulose lavada da unidade Papel SC. As emissões associadas a essa fonte são presumivelmente insignificantes quando comparadas àquelas de outras fontes identificadas.
- As fontes relativas a tintas de manutenção e diluentes foram excluídas, pois o percentual relativo ao total de emissão é inferior a 5%, podendo observar com ano base 2021, o qual foi de 0,005%.

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

Tabela 03 – Fontes calculadas consideradas emissões neutras

Emissões de Fontes Biogênica - t/CO2e	
Biodiesel e Gasolina (Combustível Móvel) - Escopo 1	277,45
Biodiesel (Combustível Estacionário) - Escopo 1	0,01
Etanol (Combustível Móvel) - Escopo 1	6,18
Biodiesel e Gasolina (Combustível Móvel) - Escopo 3	1.160,34
Licor Negro (Combustível Estacionário) -Escopo 1	203.350,32
Biomassa (Combustível Estacionário)- Escopo 1	606.544,33
Efluente Industrial- Escopo 01	1.673,56
Total:	813.012,19

2.4 Período de Referência e Ano Base

Este é o décimo oitavo inventário de gases de efeito estufa elaborado e monitorado pela companhia. O primeiro levantamento foi realizado em 2006, e servia de ano-base para monitoramento ambiental da companhia ao longo do tempo. Com a ampliação das unidades, o ano-base foi modificado para 2013, no entanto, alguns comparativos irão permanecer. Todas as conclusões documentadas neste inventário fazem referência aos resultados encontrados de 2006 a 2023, 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 01/01/2023 a 31/12/2023.

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 *Fsign 2.0* (Brisa); e Laudos laboratoriais.

O procedimento GEE-001 - Gerenciamento de informações de Gases de Efeito Estufa foi implementado para melhor gerir as informações pertinentes às emissões e remoções da companhia. Os colaboradores da companhia envolvidos neste procedimento foram treinados pela Equipe. A Gerência 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 2023.

2.5 Recálculo do Ano-Base

Em 2023 não houve recálculo por conta que não houve mudanças nas fontes de emissão ou mudanças nas fronteiras operacionais. Houve em meados de 2019 a desativação da unidade Embalagem Vila Maria/SP, porém as fronteiras operacionais não sofreram alterações.

2.6 Verificação do Inventário por Partes Externas

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

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

das emissões e remoções de GEE considerando as informações do período coberto por este relatório.

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

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

2.7 Responsabilidades de Informações

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

3 Termos e Definições

3.1 Termos utilizados

Para os propósitos deste 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), Perfluorcarbonos (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 de tempo, 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 de emissões de CO₂ por consumo de combustíveis renováveis, empregou-se a seguinte fórmula:

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

Onde:

$Em_{comb,y}^{CO_2}$ Emissão de CO₂ 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).

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, 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).

Emissão de N₂O por consumo de combustíveis

Além do tipo combustível utilizado, as emissões de N₂O dependem da tecnologia empregada na queima do combustível. 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 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 queima. 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 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 CH₄ pelo consumo do combustível c através da tecnologia t (kg N₂O.TJ⁻¹) (IPCC, 2006).

4.1.2 Estimativa de consumo de combustível por veículos ou maquinário

Idealmente, para o cálculo de emissões de GEE por queima de combustíveis fósseis a quantidade de combustível fóssil utilizados por veículos e maquinário próprio ou terceirizado deve ser monitorada em valores absolutos, em toneladas. Entretanto, esses dados não estavam prontamente disponíveis e foram estimados conforme abaixo. Está

fórmula é aplicada quando não se tem a quantidade de combustível em volume (litros), mas a quilometragem do veículo:

Consumo de combustível por veículos

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

Onde:

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

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

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

D^c Densidade do combustível c (kg/L)

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

Consumo de combustível por maquinário

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

Onde:

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

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

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

D^c Densidade do combustível c (kg/L)

4.1.3 Estimativa de consumo por reagentes

Emissão de 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 (tCO_{2e});

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

$\frac{24}{26}$ Teor de carbono no acetileno;

$\frac{44}{12}$ Fator de conversão de massa molecular de C para 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), através de perdas evaporativas, leva à emissão de vários NMVOC (*non-methane volatile organic compounds*) os quais são oxidados a CO₂ na atmosfera (IPCC, 2006).

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

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

Onde:

$Em_{solv}^{CO_2}$ Emissões de CO₂ a partir da utilização de solventes orgânicos (tCO_{2e});

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

4.1.4 Emissão de CO₂ por consumo de energia elétrica

As emissões indiretas de CO₂ por consumo de eletricidade foram calculadas levando em conta o fator de emissão da rede em cada mês do período considerado. Assim as emissões indiretas por consumo de energia foram calculadas conforme a seguinte fórmula:

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

Onde:

$Em_{ee,y}^{CO_2}$ Emissão de 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 cálculo dos fatores mensais de emissão da rede está explicado em detalhes 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 ou descartados através de sumidouros ou diretamente em corpos d'água, empregou-se a seguinte fórmula:

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

Onde:

$Em_y^{CO_2e}$ Emissões de CH₄ por tratamento/descarte de esgoto doméstico, no ano y (tCO_{2e});

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

B_o Produção máxima de CH₄ (IPCC, 2006) (kg CH₄.kg BOD⁻¹);

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

$Em_m^{CO_2e}$ Emissões de CH₄ por tratamento/descarte de esgoto doméstico, no mês m (tCO_{2e});

V_m Vazão mensal de efluente pré-tratamento (m³);

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

Para estimar a concentração de DBO, foram utilizados os parâmetros observados por *Giansante* (2009), de 260 mg.L⁻¹ variando de 130 mg.L⁻¹ até 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:

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

Onde:

MB_y Potencial de geração de metano no ano y , através de decomposição anaeróbica de resíduos do tipo j , no local de disposição (tCO₂e);

GWP_{CH_4}	Potencial de aquecimento global do metano (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 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 y (t);
DOC_j	Fração de carbono degradável (p/p) no resíduo do tipo j (IPCC, 2006);
y	Ano para o qual as emissões são calculadas;
x	Ano no qual os resíduos foram dispostos;
k_j	Taxa de decomposição do resíduo do tipo j.

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

mesmo assim irá acontecer emissão de gases de efeito estufa por conta da degradabilidade daquela quantidade de resíduos.

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

4.1.7 Emissão de N₂O por utilização de compostos nitrogenados

O óxido nitroso (N₂O) é naturalmente produzido nos solos através dos processos de nitrificação e desnitrificação. A nitrificação é a oxidação microbiológica de amônia (NH₃) a nitrato, ao passo que a desnitrificação é a redução microbiológica do nitrato a nitrogênio gasoso (N₂). O N₂O é um intermediário gasoso da desnitrificação é um subproduto da nitrificação que pode, eventualmente, ser liberado para a atmosfera. Um dos principais fatores que controlam essa reação é a disponibilidade de nitrogênio inorgânico no solo. Portanto, no presente estudo foram levadas em consideração as adições de nitrogênio ao solo decorrentes das atividades florestais da Irani. (i.e. adições de fertilizantes sintéticos) (IPCC, 2006).

As emissões de N₂O que resultam das adições antropogênicas de nitrogênio aos solos ocorrem através de vias diretas (o N₂O é formado diretamente no solo ao qual foram adicionados fertilizantes) e por duas vias indiretas (1) volatilização/emissão de nitrogênio na forma de NH₃ e NO_x e a subsequente deposição dessas espécies nitrogenadas na forma de NH₄⁺ ou de óxidos de nitrogênio no solo ou em corpos d'água, e a (2) lixiviação de espécies nitrogenadas para águas superficiais, áreas alagadiças ou a costa oceânica (IPCC, 2006).

Sendo assim, as emissões de 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} emissões de N₂O devido a aplicações de fertilizantes, (Mg CO₂e);

GWP_{N_2O} potencial de aquecimento global do N₂O;

CF_{N_2O-N-N} fator de conversão de massa molecular de N para N₂O (44/28);

$E_{N_2O,land}$ emissões diretas de N₂O devido a aplicação de fertilizantes (kg N₂O-N);

$E_{N_2O,runoff}$ emissões de N₂O devido a lixiviação de fertilizantes (kg N₂O-N);

$E_{N_2O,vol}$ emissões de N₂O devido a volatilização de nitrogênio como NH₃ e NO_x (kg N₂O-N);

EF_1 fator de para emissão direta de N₂O devido a aplicação de fertilizantes em solos (kgN₂O-N/kg N) (IPCC, 2006);

EF_5 fator de para emissão indireta de N₂O devido a lixiviação de fertilizantes aplicados em solos (kg N₂O-N/kg N) (IPCC, 2006);

EF_4 fator de emissão de N₂O através da deposição nitrogênio na atmosfera [kg N-N₂O / (kg NH₃-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);
- $[M]_{fert}$ teor de nitrogênio no fertilizante *fert* (m/m).

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

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

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

Para avaliação do impacto climático das operações florestais da *Irani Papel e Embalagem S.A.* no ano 2023, foi calculado o estoque total de carbono de pé dos últimos 04 (quatro) anos e construído a média móvel para definir a remoção do ao vigente. Foi adotado a premissa de média móvel em função da oscilação das diferenças de estoques ocasionadas pelo processo de silvicultura, estabelecendo assim uma condição de estabilidade no processo de cálculo de remoção. A diferença de estoque de carbono de pé entre 01/01/2020 e 31/12/2023, e as remoções totais de CO_2 nas florestas industriais, 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.

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

A formulação matemática do modelo está apresentada abaixo:

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

Em que:

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

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

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

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

Em que:

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

I = idade do povoamento (em anos).

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

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

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

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

Para Eucalyptus adotou-se a equação 6:

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

Em que:

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

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

h = altura total (em m).

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

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

Em que:

agb = biomassa acima do solo (em t);

R = razão de raízes (adimensional).

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

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

Em que:

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

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

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

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

Para calcular o estoque de carbono de cada povoamento em cada ano (2015 a 2022), as biomassas vivas acima e abaixo do solo por hectare foram multiplicadas pelos teores de carbono (TC) de cada gênero, conforme demonstrado a seguir.

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

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

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

Com as estimativas por hectare em cada povoamento com diferentes idades e áreas, calcularam-se os estoques totais de carbono (em tC e tCO_{2e}.) para cada unidade (talhão/projeto/fazenda). Aos serem somados os valores a cada ano de análise (2015 a 2022), obtiveram-se os valores dos estoques totais, para cada gênero e suas respectivas somas.

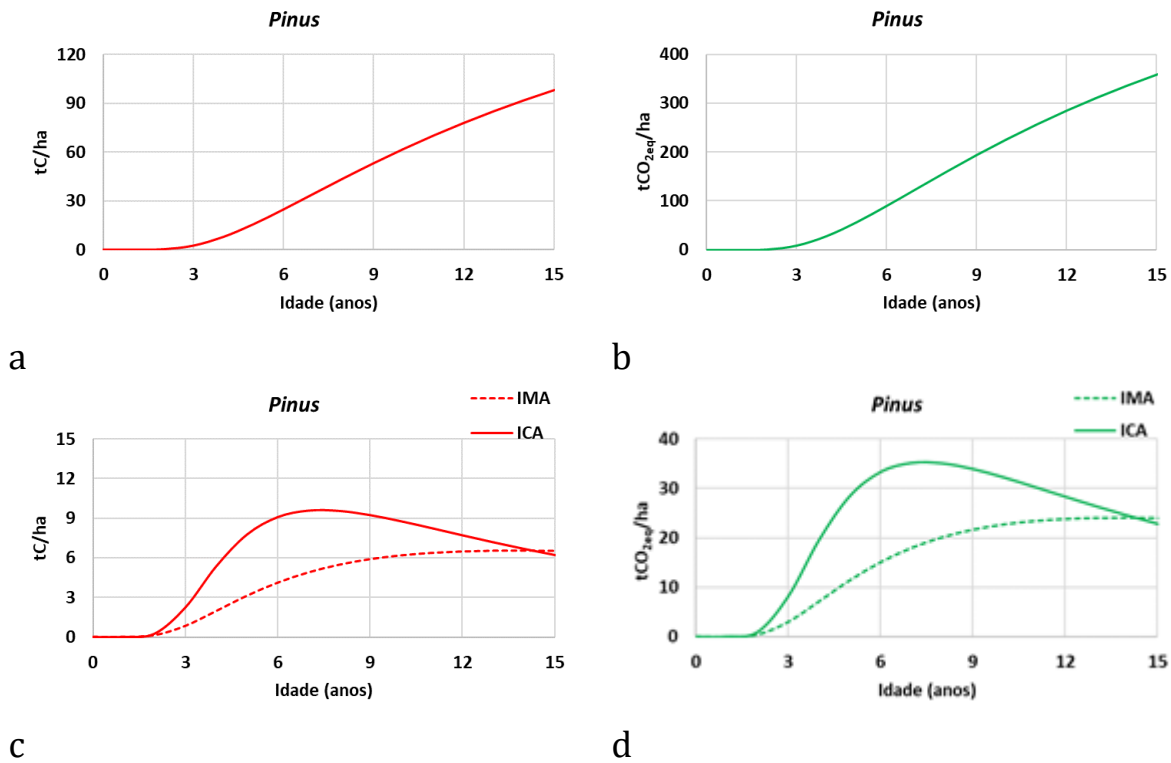


Figura 01 - Curvas de estoque em C (a) e CO_{2e} (b) e de incrementos anuais do estoque em C (c) e CO_{2e} (d) para florestas de Pinus. ICA = incremento corrente anual; IMA = incremento médio anual

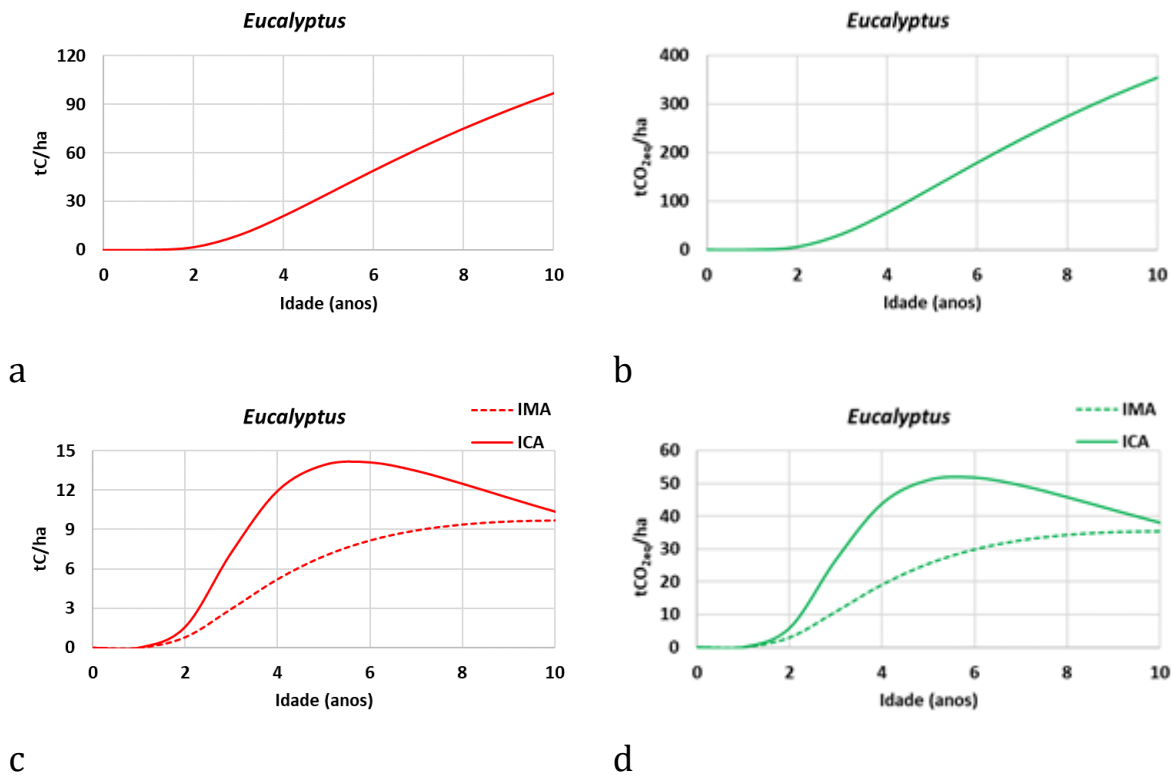


Figura 02- Curvas de estoque em C (a) e CO_{2e}. (b) e de incrementos anuais do estoque em C (c) e CO_{2e}. (d) para florestas de Eucalyptus. ICA = incremento corrente anual; IMA = incremento médio anual

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

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

Idade (anos)	<i>Pinus</i> (tC/ha)	<i>Eucalyptus</i> (tC/ha)
1	1,54	0,83
2	3,09	1,65
3	4,63	2,14
4	6,18	2,62
5	7,72	3,70
6	7,81	4,78
7	7,90	5,14
8	8,00	5,14
9	8,09	5,14
10	8,18	5,14
11	8,27	5,14
12	8,37	5,14
13	8,46	5,14
14	8,55	5,14
15	8,64	5,14
>15	8,64	5,14

4.3 Estoque de Carbono e CO₂e nas Florestas Nativas

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

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

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

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

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 o SOC, este reservatório foi excluído das análises.

Assim, foram atribuídos valores médios de estoque de DWR e LTR para cada hectare de floresta. Os estudos desenvolvidos por MAAS (2015) e DEUS et al. (2018) foram consultados e os valores apresentados nessas publicações foram usados como default.

Para a DWR atribuiu-se um valor único de estoque, independente do estágio de sucessão, sendo este igual a 5,74 tC/ha. Para LTR foram atribuídos os seguintes valores:

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

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

Em seguida, os estoques de carbono foram convertidos para a unidade de CO₂ equivalente. A medida de CO₂ equivalente nada mais é do que uma métrica para equalizar as emissões de vários GEE (gases de efeito estufa) com base na relativa importância de cada gás. A composição da molécula de dióxido de carbono consiste em dois átomos de oxigênio e um único átomo de carbono. O carbono possui massa molar igual a 12, enquanto o oxigênio possui uma massa molar de 16. Portanto, cada unidade de massa de carbono fixada em material vegetal corresponde a 3,6666... unidades de massa de 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 Recálculo de Emissões ou Remoções

Para o ano de 2023, não houve mudanças em metodologia de cálculo das remoções comparado com 2022.

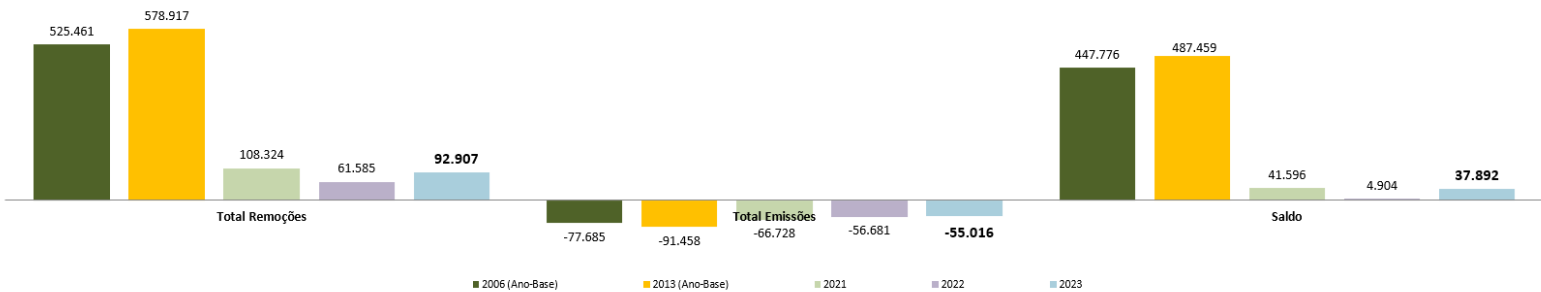
Para os cálculos realizados foi empregada a metodologia consagrada nos guias de inventários de emissões de gases de efeito estufa publicados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Foram utilizados dados cadastrais e do último inventário florestal consolidado da empresa, fornecidos 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 2023 revelou que as remoções superaram as emissões em **37.892 tCO_{2e}**, figura 03.

Com relação às emissões de gases de efeito estufa, reduzimos em **29%** quando comparadas ao primeiro ano base – 2006, e **40%** comparado ao segundo ano base – 2013.

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

Balanço: Emissões x Remoções

Figura 03 - Balanço total de emissões e remoções

5.3 Remoções

No ano de 2023, as remoções líquidas de carbono totalizaram **92.907 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, quando comparado ao ano anterior nossas remoções tiveram um aumento de 51%. Adicionalmente, observamos um aumento significativo em nosso estoque total de carbono, que alcançou **10.493.211,6 tCO₂e**, representando um incremento de 10% em comparação com o ano anterior, distribuídas em 32.700 hectares. Esse incremento no estoque é primariamente resultado da incorporação de 1.970 hectares de florestas nativas e do aumento da área plantada de pinus no Rio Grande do Sul.

Tabela 06 – Remoção Líquida Total

RESULTADO FINAL - IRANI S.A				
Sítio	Unidade:	Remoções Líquidas- Diferença de Estoque		
		Pinus	Eucalipto	Nativas
Plantadas (Próprias+Parcerias)	SC	-19.106	-24.079	57.015
Plantas (Própria)	RS	79.076	2	
		59.970	-24.078	57.015
Total em tCO₂:		92.907		

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 63,4% do total, seguida pelas florestas plantadas em Santa Catarina, que correspondem a 25,27%, e pelas florestas plantadas no Rio Grande do Sul, com 11,32% 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	2.464.018	23,48%	12.998	39,75%
Eucalipto - SC	187.787	1,79%	1.273	3,89%
Nativas - SC	6.653.083	63,40%	14.519	44,40%
Pinus - RS	1.188.324	11,32%	3.910	11,96%
Total	10.493.212	100%	32.700	100,00%

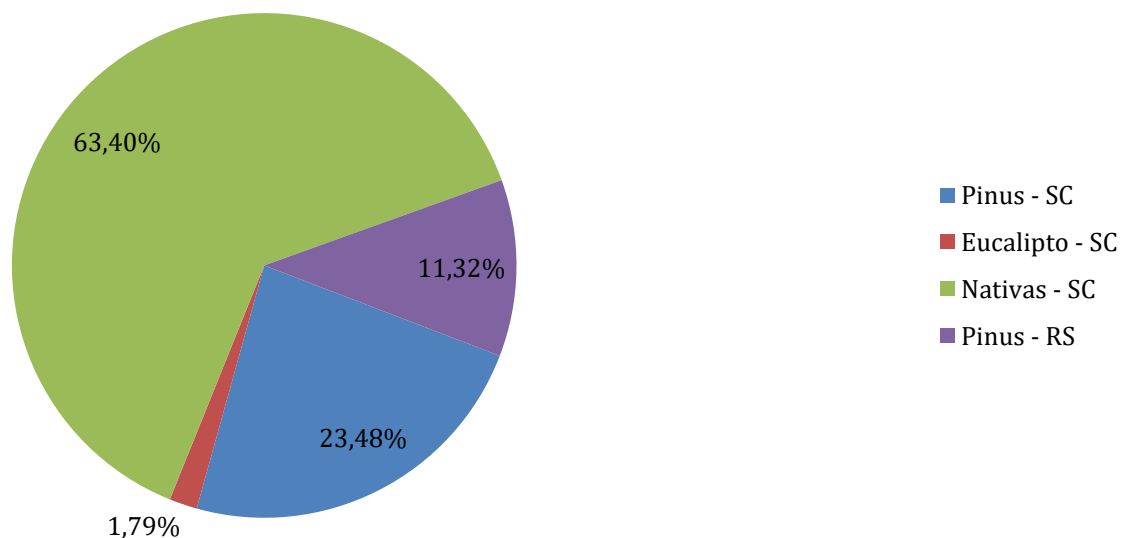


Figura 04 – Percentual de Estoque de Carbono

Na tabela 08, é possível observar as remoções líquidas, destacando-se que as florestas plantadas de Santa Catarina removem menos carbono do que as da unidade Florestal RS. Embora a área (ha) de floresta plantada (pinus e eucalipto) em Santa Catarina seja 71% superior à do Rio Grande do Sul, a atividade de extração de madeira para envio à planta industrial da Papel SC resulta em uma considerável diferença. Esse processo faz com que as florestas plantadas de Santa Catarina sejam consideradas biogênicas, com níveis baixos de remoção, dependendo do planejamento silvicultural; ou seja, constantemente estamos plantando um novo estoque enquanto colhemos um estoque antigo.

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

Em 2023, foi definido o estágio sucessional de 1970,7 hectares de florestas nativas, os quais foram incorporados como uma nova fonte de sumidouro de carbono à base florestal de Santa Catarina.

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	12.998,28	-19.106	1.272,80	-24.079	14.519	57.015	28.790,20	13.830
RS	3.909,74	79.076	0	2		-	3.909,74	79.078
Total	16.908	59.970	1.273	-24.078	14.519	57.015	32.700	92.907

5.4 Emissões

As emissões da companhia totalizaram **55.016 tCO₂e**. Este resultado representa uma redução de 39,85% em comparação com o verificado em 2013 e uma diminuição de 2,9% em relação ao ano anterior, conforme detalhado na tabela 09 e ilustrado na figura 05.

Tabela 09 – Categorias de Emissões - tCO₂e

Ano	Emissões Diretas E1	Emissões indiretas - Energia E2	Emissões indiretas - Outras Fontes E3	Total
2006	71.850	1.188	4.647	77.685
2007	42.557	1.013	5.741	49.311
2008	8.441	2.480	5.945	16.866
2009	10.846	1.400	6.927	19.173
2010	10.823	2.432	9.315	22.570
2011	13.003	1.520	10.414	24.936
2012	17.454	695	9.910	28.058
2013	72.515	7.279	11.665	91.458
2014	103.383	12.172	11.029	126.584
2015	90.007	12.959	12.719	115.686
2016	87.876	13.723	12.461	114.060
2017	50.689	10.167	12.926	73.782
2018	49.855	8.047	11.082	68.985
2019	45.611	7.979	10.325	63.916
2020	43.320	6.702	10.359	60.380
2021	41.827	13.946	10.955	66.728
2022	43.255	4.282	9.143	56.681
2023	41.684	4.060	9.272	55.016
Comparação				
Ano Base 2006	-41,98%	241,71%	99,53%	-29,18%
Ano Base 2013	-42,52%	-44,23%	-20,51%	-39,85%
Ano 2022	-3,63%	-5,21%	1,41%	-2,94%

Nota: E1= Escopo 01; E2= Escopo 02; E3= Escopo 03

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 lançá-lo em corpo hídrico para utilizá-lo em irrigação no

plântio de pinus na área Florestal RS. Também houve redução significativa das emissões na unidade Papel MG em função da correção no cálculo de consumo de gás natural. As Emissões Indiretas por Energia reduziram em decorrência do fator médio de emissão do Grid, justificado pelo maior uso de energia renovável no país no ano de 2017 devido excesso de chuvas, sendo pouco acionadas as termoelétricas. Já as Emissões Indiretas por Outras Fontes aumentaram, principalmente em função da contabilização do consumo de diesel pelo transporte de resíduos da unidade de Indaiatuba - SP. Outro fator importante a ser considerado no histórico da companhia foi o encerramento das atividades da unidade Embalagem Vila Maria – SP, em 2019, impactando diretamente na redução das emissões totais.

Emissões Totais da Companhia

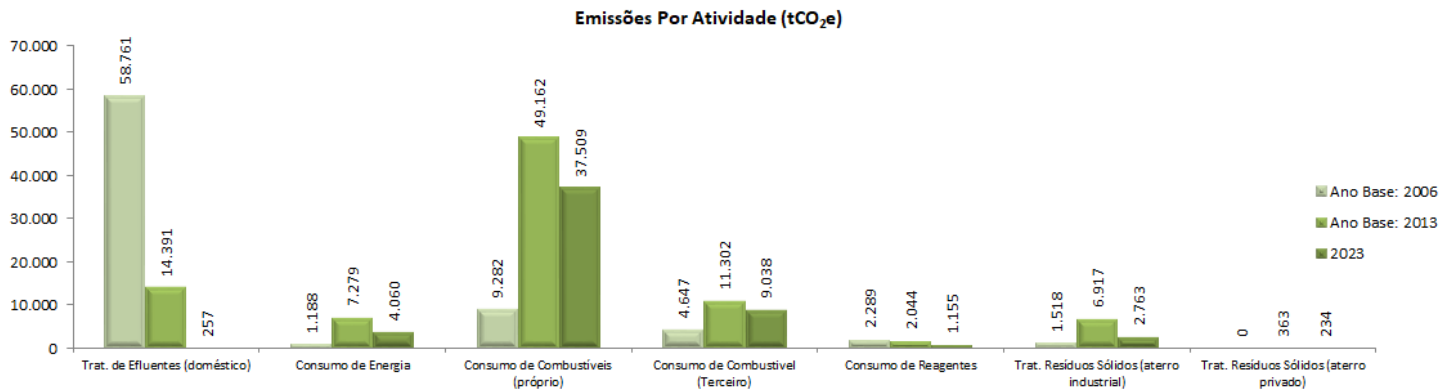


Figura 05 – Evolução das Emissões ao longo do tempo – tCO₂e

As categorias, consumo de combustíveis por frotas terceirizadas, consumo de energia e tratamento de resíduos sólidos apresentaram expressivo aumento em relação a 2006. 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						Ano Base: 2013	Ano									Variação % 2006 e 2023	Variação % 2013 e 2023	Variação % 2022 e 2023	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				2023
Trat. de Efluentes (doméstico)	58.761	28.966	222	187	509	1.383	5.012	14.391	31.135	15.323	24.244	790	788	276	237	266	224	257	-99,56%	-98,21%	14,54%
Consumo de Energia	1.188	1.013	2.480	1.400	2.432	1.520	695	7.279	12.172	12.959	13.723	10.167	8.047	7.979	6.702	13.946	4.282	4.060	241,71%	-44,23%	-5,21%
Consumo de Combustíveis (próprio)	9.282	7.811	4.589	5.700	4.062	4.480	4.856	49.162	63.241	65.433	56.319	42.034	40.108	39.941	38.312	37.070	38.624	37.509	304,11%	-23,70%	-2,89%
Consumo de Combustível (Terceiro)	4.647	5.742	5.945	6.927	9.246	10.361	9.882	11.302	10.884	12.523	12.312	12.763	10.950	9.824	10.123	10.677	8.888	9.038	94,50%	-20,03%	1,69%
Consumo de Reagentes	2.289	3.275	174	199	453	857	756	2.044	2.060	1.880	1.137	1.238	900	994	924	1.343	1.354	1.155	-49,55%	-43,51%	-14,69%
Trat. Resíduos Sólidos (aterro industrial)	1.518	2.504	3.456	4.760	5.799	6.282	6.830	6.917	6.947	7.371	6.176	6.626	7.004	4.401	3.847	3.147	3.053	2.763	82,02%	-60,05%	-9,49%
Trat. Resíduos Sólidos (aterro privado)	0	0	0	0	69	53	28	363	145	196	148	163	133	502	236	278	255	234	*	-35,56%	-8,29%
Total	77.685	49.311	16.866	19.173	22.570	24.936	28.058	91.458	126.584	115.685	114.060	73.782	67.928	63.916	60.380	66.728	56.681	55.016	-29,18%	-39,85%	-2,94%


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 Móvel - Viagens a Negócios- Escopo 03	A redução no número de viagens aéreas pela companhia resultou em um decréscimo nas emissões de 162 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO ₂ e) em comparação com o ano de 2022.
Combustível Estacionário- Escopo 01	Na unidade Embalagem SP, observamos um menor consumo de Gás Natural na caldeira, principalmente devido à redução na produção. Enquanto isso, na unidade Papel MG, a diminuição no consumo de Gás Natural ocorreu devido à parada geral da fábrica em abril. Além disso, houve uma redução no consumo de óleo BPF na unidade Embalagem SC, o que contribuiu para a diminuição de 581 tCO ₂ e nas emissões. Por outro lado, na unidade Papel SC, registramos um aumento nas emissões devido ao uso de óleo BPF durante o start-up da caldeira de recuperação, que demandou uma grande quantidade deste combustível para testes.
Energia - Escopo 2	A emissão de dióxido de carbono equivalente (CO ₂ e) derivada do consumo de energia diminuiu em relação ao ano anterior, devido à redução do fator de emissão do Sistema Interligado Nacional. Além disso, registramos a aquisição de Certificados de Energia Renovável (I-RECs) pela unidade Embalagem Indaiatuba SP.
Resíduos - Escopo 03	A redução do envio de resíduos para aterro terceirizado teve um impacto direto na diminuição das emissões provenientes desse fator.

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

Tabela 12 – Cinco maiores fontes de emissão – tCO₂e

Unidade Operacional	Fonte de Emissão	Ano Base 2006	Ano Base 2013	2023	Variação % entre 2013 e 2023
Papel - MG	Gás Natural	0	28.604	13.345	-53,35%
Embalagem Indai - SP	Gás Natural	0,06	3.516	3.733	6,20%
Papel - SC	Caldeira de Biomassa	11.937	12.823	10.183	-20,59%
Papel - SC	Óleo BPF	0	575	5.216	807,66%
Florestal SC	Diesel (Frot. Terceira)	868	4.855	5.103	5,11%

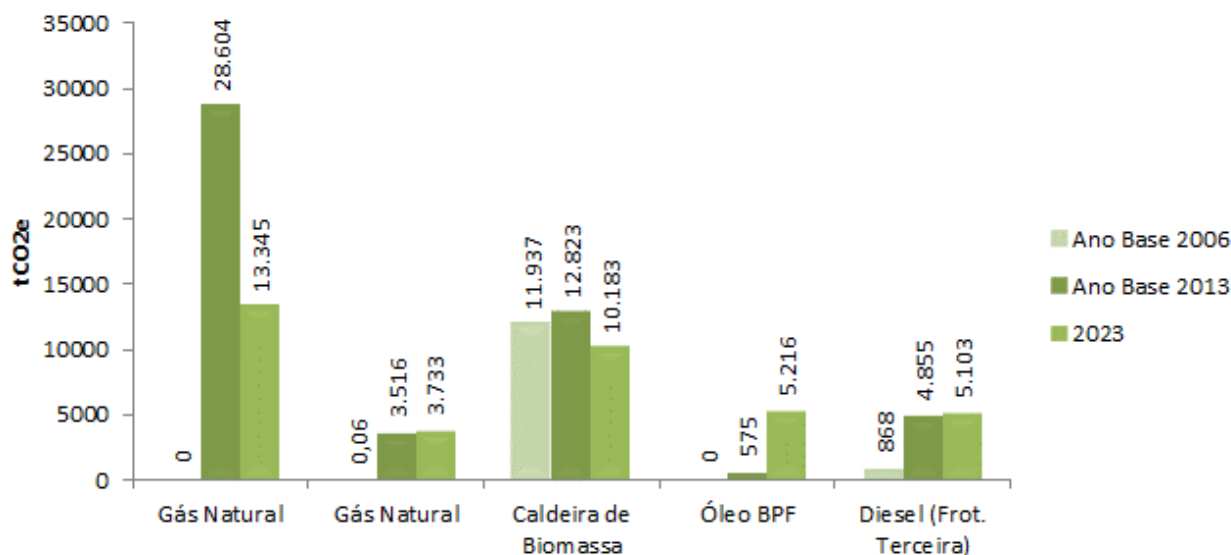


Figura 07 – Comparativo entre as categorias de emissão (tCO₂e)

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: Transportes por Frotas Terceirizadas, Consumo de Combustíveis e Consumo de Energia. O Metano foi o segundo principal gás emitido no período, por conta das atividades de Tratamento de Resíduos Sólidos e Tratamento de Efluentes, principalmente. As emissões de Óxido Nitroso responderam por uma pequena parte das emissões totais da companhia

e foram provenientes das atividades de Consumo de Combustíveis. Na tabela 13 e figura 08, temos os três gases principais em cada unidade operacional.

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

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	11.152	7.565	6.856	25.574
Emb_SC	1.565	182	3	1.751
Florestal SC	5.997	10	95	6.102
Florestal RS	348	1	6	354
Resinas RS	491	166	67	725
Adm	78	345	1	425
Emb_SP	4.569	89	9	4.667
Papel_MG	15.365	36	17	15.418
TOTAL	39.566,34	8.394,76	7.054,55	55.015,64
Percentual de Gases				
	71,92%	15,26%	12,82%	

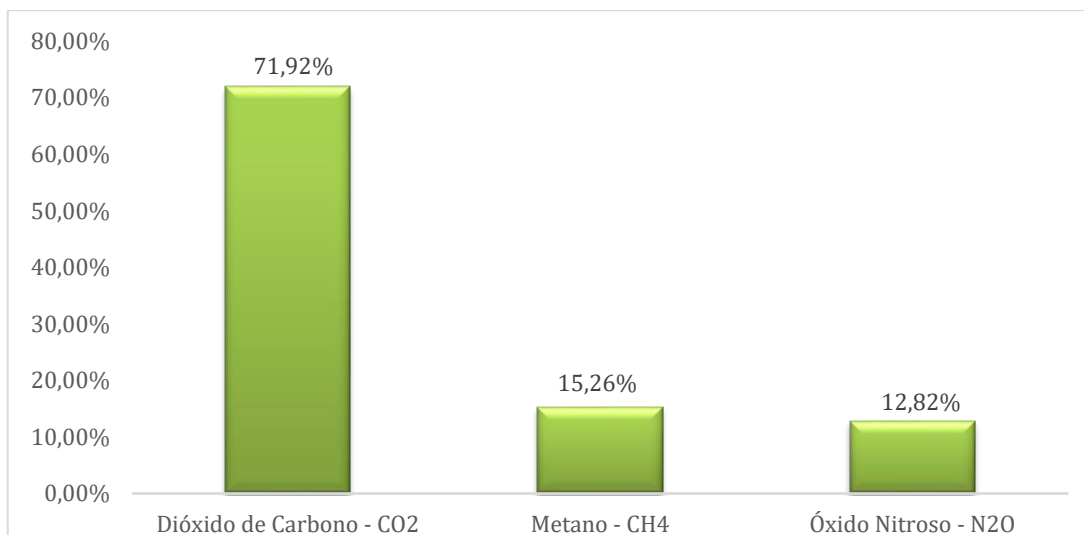


Figura 08 – Percentual da atuação de cada gás de GEE

A tabela 14 apresenta o compilado de todas as fontes de emissões, detalha por escopo.

Tabela 14 – Emissões Totais

Escopo	CATEGORIA	TIPO DE ATIVIDADE	OBJETO	EMISSÕES								RESULTADO	
				UNIDADES OPERACIONAIS								SUBTOTAL	TOTAL (tCO _{2e})
				PAPEL SC	EMB. SC	FLOR. SC	FLOR. RS	RESINAS-RS	ADM	EMB. SP	PAPEL MG		
Escopo 1	EMISSÕES DIRETAS	COMBUSTIVEL MÓVEL	DIESEL	161,45	0,00	857,10		89,14	4,44		9,73	1.121,85	41.684,20
			GASOLINA	85,24	50,89	73,96		24,00	26,74	91,48	6,93	359,22	
			ALCOOL		0,00	0,0003			0,00	0,04	0,01	0,06	
			GLP - Emp.	397,21	398,10			1,06		317,51	181,14	1.295,03	
			Óleo Lubrificante							0,001	0,01	0,01	
		COMBUSTIVEL ESTACIONÁRIO	GÁS NATURAL						3.733,50	13.344,86	17.078,36		
			DIESEL		0,05					0,00	61,50	61,55	
			ÓLEO BPF	5.216,39	777,00							5.993,39	
			BIOMASSA	10.182,80			106,79					10.289,59	
		REAGENTES [1]	LICOR NEGRO	1.310,15								1.310,15	
			Produtos químicos; Acetileno; Querosene; Tintas	578,06	69,99	0,69		24,44		143,05	338,60	1.154,83	
		TRAT. RES. SÓLIDOS	RESIDUOS GERADO 2014	249,07	3,29							252,37	
			RESIDUOS GERADO 2015	260,50	2,79							263,29	
			RESIDUOS GERADO 2016	289,75	3,98							293,73	
			RESIDUOS GERADO 2017	309,03	5,00							314,03	
			RESIDUOS GERADO 2018	275,64	4,05							279,69	
			RESIDUOS GERADO 2019	305,95	4,82							310,78	
RESIDUOS GERADO 2020	344,84		7,54							352,38			
RESIDUOS GERADO 2021	243,76		45,03							288,79			
RESIDUOS GERADO 2022	210,71		30,01							240,72			
RESIDUOS GERADO 2023	153,04		14,19							167,23			
TRAT. EFL. LÍQ. SANITÁRIO	EFLUENTE DOMESTICOS	110,45	39,54			34,68		49,43	23,04	257,14			
Escopo 2	EMISSÕES INDIRETAS - ENERGIA	ENERGIA - Abordagem Baseada na Localização	ELETRICIDADE	2.909,98	283,04	0,94		19,65	0,34		845,55	4.059,51	4.059,51
Escopo 2	EMISSÕES INDIRETAS - ENERGIA	ENERGIA - Abordagem Baseada na Escolha de Compra	ELETRICIDADE							0,00		0,00	0,00
Escopo 3	EMISSÕES INDIRETAS - OUTRAS FONTES [3]	TRAT. RES. SÓLIDOS	Resíduos (Aterro privado)	111,43	10,59			83,25		27,79	0,61	233,68	9.271,94
		COMBÚSTIVEL MÓVEL- TRANSP. DE FUNCIONÁRIOS	DIESEL	1010,26	1,00		270,16			128,01	40,18	1.449,62	
			GASOLINA	62,88						1,84	5,36	70,07	
		COMBÚSTIVEL MÓVEL- VIAGENS A NEGÓCIO	DIESEL						48,51			48,51	
			GASOLINA						0,00			0,00	
			QUEROSENE AVIÃO						344,86			344,86	
		COMBÚSTIVEL MÓVEL- EQUIP. FLORESTAL E TRANSPORTE	DIESEL	780,02		5.102,93	79,55	341,67		151,98	549,99	7.006,14	
			GASOLINA			3,64	4,45			1,30	0,49	9,89	
			ÓLEO LUBRIFICANTE			62,55	0,00			0,09		62,63	
		COMBUSTIVEL ESTACIONÁRIO	GLP - Rest.	15,36						21,07	10,12	46,54	
TOTAL				25.573,97	1.750,90	6.101,79	354,17	724,70	424,89	4.667,09	15.418,13	55.015,64	

Obs.[1]: Consumo de Reagentes são contabilizados os seguintes produtos: Acetileno; Querosene; Polímeros; Anti-espumante; Tintas; Diluentes, Dispersantes, etc.

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

5.4.2 Escopo 1 – Emissões Diretas

As emissões diretas da companhia representaram **75%** do total das emissões contabilizadas. Na tabela 15 abaixo é apresentado todos os escopos com seus percentuais.

Tabela 15 – Percentual de Emissão por Escopo

Escopo de Emissões	Representatividade por Escopo																	
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Escopo 1	92,49%	86,30%	50,05%	56,57%	47,95%	52,14%	62,20%	79,29%	81,67%	77,80%	77,04%	68,70%	72,27%	71,36%	71,74%	62,68%	76,31%	75,77%
Escopo 2	1,53%	2,05%	14,70%	7,30%	10,78%	6,09%	2,48%	7,96%	9,62%	11,20%	12,03%	13,78%	11,66%	12,48%	11,10%	20,90%	7,56%	7,38%
Escopo 3	5,98%	11,64%	35,25%	36,13%	41,27%	41,76%	35,32%	12,75%	8,71%	10,99%	10,92%	17,52%	16,06%	16,15%	17,16%	16,42%	16,13%	16,85%

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 2023 comparado com 2013 (ano base) de **44%**, e comparado ao ano anterior de **5,21%** sendo consideradas também as unidades que utilizam fontes de energia incentivada. A redução significativa ocorreu quando comparada com o ano anterior em função do aumento de energia limpa adicionada ao Sistema de Interligado Nacional-SIN, fazendo com que os fatores de emissão médios de CO2 reduzissem.

Outra iniciativa da companhia, foi a aquisição de Certificados de Energia Renovável – I-RECs para a unidade industrial Embalagem SP, 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
2007	1.013,00	0,03
2008	2.480,00	0,05
2009	1.400,00	0,02
2010	2.432,00	0,05
2011	1.519,53	0,03
2012	694,86	0,07
2013	7.278,54	0,10
2014	12.171,95	0,14
2015	12.959,30	0,13
2016	13.723,30	0,14
2017	10.167,20	0,09
2018	8.047,06	0,08
2019	7.979,45	0,08
2020	6.701,97	0,06
2021	13.945,79	0,13
2022	4.282,44	0,043
2023	4.059,51	0,039
% 2013 - 2023	-44,23%	
% 2022 - 2023	-5,21%	

Na tabela 17 temos as emissões detalhadas por unidades operacionais e administrativas. Na figura 9, comparativo entre as unidades, vale ressaltar que a Unidade Papel SC é a maior consumidora e a menor é a Unidade Florestal SC.

Tabela 17 – Emissões por Unidade Operacional

UNIDADE	tCO _{2e}
Papel	2909,98
Embalagem SC	283,04
Florestal SC	0,94
Resinas RS	19,65
Administrativos	0,34
Papel MG	845,55
Total	4.059,51

Distribuição por Unidade Operacional

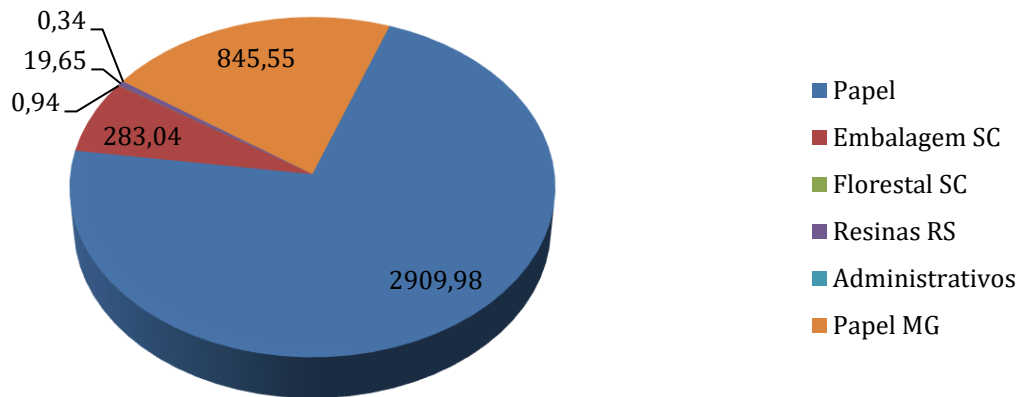


Figura 09 – Percentual de emissão entre as unidades – tCO₂e

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

- Unidade Papel-SC e Embalagem-SC: a energia comprada no Mercado Livre. Já a energia produzida pelas PCH's e Termoelétrica por Biomassa e Licor Preto são produções próprias. Para efeito de cálculo, é apenas contabilizamos a energia comprada;
- Unidade Embalagem-SP: energia comprada totalmente incentivada. 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*;
- Escritório ADM: energia comprada do *Grid*;
- Unidade Papel-MG: energia comprada totalmente incentivada. Na contabilização de GEE, foram consideradas as emissões;

OBS 01: A energia comprada do *Grid*, tem como o Operador Nacional do Sistema (O.N.S) o gerenciador do sistema. O *Grid* representa as Energias: Hidráulica, Termo – Convencional, Termo – Nuclear e Termo – Emergencial. É o chamado de mercado cativo, e não podem comprar energia no mercado livre, se aplica para consumidores com demandas inferiores a 500 KW/h.

OBS 02: Já os consumidores com demandas superiores a 500 KW/h tem a liberdade de negociar a compra de energia diretamente como as fontes geradoras, o que é chamado de mercado livre de energia.

5.4.4 Escopo 3 – Emissões Indiretas por Outras Fontes

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

Na tabela 18, temos o comparativo com todos os anos, demonstrando a evolução no controle da atividade:

Tabela 18 – Resumo Comparativo Escopo 03

Atividade	Substância	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1 - Transporte de Insumos; Colheita; Silvicultura	Diesel	4439,00	5459,00	4793,00	5405,00	6462,00	7072,34	6905,66	8207,36	7889,82	9698,50	9281,53	9735,11	8516,52	7112,51	7430,23	8044,15	6104,80	6383,97
2 - Motosserras; Roçadeiras (Florestal SC)	Gasolina	209,00	194,00	144,00	134,00	139,00	139,00	99,97	58,17	15,84	23,70	30,15	13,17	11,59	24,62	14,67	17,02	6,96	3,64
3 - Motosserras (Florestal SC)	Óleo/Óleo 2T	47,00	88,00	43,00	79,00	65,00	96,87	59,88	47,43	53,47	85,49	85,33	77,13	51,42	52,07	60,21	63,79	65,42	62,55
4 - Transporte de Funcionário (Papel e Embalagem SC)	Diesel	*	*	582,00	491,00	827,00	640,49	607,82	562,75	609,65	633,65	635,23	583,90	467,36	656,70	671,71	655,37	827,18	1010,26
5 - Transporte de Resíduos (Papel e Embalagem SC)	Diesel	*	*	242,00	248,00	231,00	237,91	225,36	223,12	228,72	231,40	229,99	231,72	227,26	184,89	149,59	161,03	169,98	197,16
6 - Transporte de Insumos; Colheita; Silvicultura; Máquinário Agrícola RS	Diesel	*	*	142,00	61,00	115,00	1.132,25	999,79	1135,21	840,01	608,35	690,87	746,53	812,50	987,85	544,82	519,56	106,29	398,50
7 - Transporte de Funcionários (Emb_SP)	Diesel	*	*	*	72,00	83,00	116,03	112,99	142,19	193,23	174,18	176,09	138,75	127,68	135,26	120,71	127,02	129,86	128,01
8 - Viagens Táxi - ADM's/Papel	Gasolina	*	*	*	33,00	0,02	85,87	67,66	99,19	54,61	36,72	49,72	38,76	45,04	69,57	37,09	42,26	65,38	70,07
9 - Transporte de apoio + Motosserra (Florestal RS)	Gasolina	*	*	*	42,00	155,00	123,23	71,96	38,19	30,23	16,00	17,18	19,76	9,16	12,77	29,72	14,18	4,13	0,00
10 - Motosserras e Roçadeiras (Florestal RS)	Óleo/Óleo 2T	*	*	*	43,00	69,00	19,19	26,33	20,54	0,79	0,10	0,73	5,21	10,89	0,00	0,00	0,00	2,26	4,45
11 - Veículo de apoios (Florestal RS)	Álcool	*	*	*	*	959,00	0,04	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12- Maquinário Agrícola (Florestal RS)	Diesel	*	*	*	289,00	0,22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
13- Transporte Rodoviário/Van (Onibus de Linha) - ADM's	Diesel	*	*	*	*	0,09	260,94	151,19	165,88	161,29	231,82	193,21	183,24	136,26	184,49	27,00	7,54	43,36	48,51
14 - Transporte Funcionário - Aéreo (Nacional e Internacional)	Querosene	*	*	*	*	0,03	237,06	258,58	409,97	269,64	140,62	172,39	168,11	207,29	199,40	102,87	51,25	507,59	344,86
15 - Aterros Privados	Resíduos-ton	*	*	*	*	138,00	52,79	27,75	362,64	144,99	196,10	148,45	162,86	132,52	501,60	235,58	278,32	254,81	233,68
16 - Transporte de funcionários - Florestal RS	Diesel	*	*	*	30,00	72,00	200,30	253,18	147,94	184,02	300,23	413,43	678,27	188,15	42,70	682,00	717,80	729,03	270,16
17 - GLP Restaurante	GLP	*	*	*	*	*	*	*	44,02	52,06	50,34	57,79	62,29	45,50	60,95	46,80	43,84	53,19	46,54
18 - Transporte de Funcionários - Papel MG	Diesel	*	*	*	*	*	*	*	*	202,63	194,50	189,10	21,04	24,10	23,44	24,45	32,07	34,95	40,18
19 - Transporte de Resíduos - Papel MG	Diesel	*	*	*	*	*	*	*	*	97,15	100,07	89,45	47,70	47,83	46,63	44,96	59,51	*	*
20 - Transporte de Resíduos - Vila Maria	Diesel	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2,81	1,47	0,37	*	*	*	*
21- Transporte de Resíduos - Indaia_SP	Diesel	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9,23	8,87	10,09	4,88	5,25	4,72	4,78
22- Motosserras e Roçadeiras- Indaia_SP	Gasolina	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2,02	1,03	0,75	1,30
23- Motosserras e Roçadeiras- Indaia_SP	Óleo/Óleo 2T	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,13	0,12	0,06	0,09
24- Motosserras e Roçadeiras- Papel MG	Óleo/Óleo 2T	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10,76	18,61	129,14	113,70	*	*
25 - Transporte de Resíduos - Resina	Diesel	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,01	0,00	0,00	31,54	22,73
26 - Roçadeiras - Papel MG	Gasolina	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,73	0,37	0,67	0,97	0,49
Total		4.695,00	5.741,00	5.946,00	6.927,00	9.315,35	10.414,31	9.868,13	11.664,61	11.028,16	12.721,77	12.460,64	12.925,58	11.082,18	10.325,28	10.358,96	10.955,48	9.143,23	9.271,94

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 às emissões fortalecendo nosso plano de descarbonização. Na tabela 19, temos os índices comparativos entre os anos base e o vigente, incluindo os três escopos. E na tabela 20, apenas os escopos 01 e 02.

Tabela 19 – Comparativo (Escopo 1, 2 e 3) – tCO₂e

UNIDADES INDUSTRIAIS	Ano Base: 2006			Ano Base: 2013			2023		
	PRODUÇÃO LÍQUIDA	EMISSIONES	IND	PRODUÇÃO LÍQUIDA	EMISSIONES	IND	PRODUÇÃO LÍQUIDA	EMISSIONES	IND
PAPEL SC	172.201	64.127	0,37	203.688,04	13.262,82	0,07	243.450	25.574	0,11
EMBALAGEM SC	30.998	4.454	0,14	63.811,65	1.570,42	0,02	85.370	1.751	0,02
EMBALAGEM SP	47.859	4.725	0,10	73.243,72	5.798,40	0,08	77.037	4.667	0,06
RESINA RS	5.467	550	0,10	7.911,32	14.126,47	1,79	11.953	725	0,06
PAPEL MG	-	-	-	42.910,15	15.231,41	0,35	54.822	15.418	0,28

Tabela 20 – Comparativo (Escopo 1 e 2) – tCO₂e

UNIDADES INDUSTRIAIS	Ano Base: 2006			Ano Base: 2013			2023		
	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	243.450	23.594	0,10
EMBALAGEM SC	30.998	4.438	0,14	63.811,65	1.561,00	0,02	85.370	1.739	0,02
EMBALAGEM SP	47.859	3.110	0,06	73.243,72	4.057,00	0,06	77.037	4.335	0,06
RESINA RS	5.467	84	0,02	7.911,32	14.119,00	1,78	11.953	300	0,03
PAPEL MG	-	-	-	42.910,15	32.931,00	0,77	54.822	14.811	0,27

6 Passivo de Emissões

O modelo de decomposição anaeróbia de resíduos sólidos considera o decaimento de primeira ordem (FOD), isto é, a atividade microbológica 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 10 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	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	223,74		2696
2023									249,07	260,50	289,75	309,03	275,64	305,95	344,84	243,76	210,71	153,04	2279
2024										245,33	272,88	291,03	259,59	288,14	324,76	229,57	198,44	144,13	1911
2025											256,99	274,08	244,47	271,36	305,84	216,20	186,88	135,73	1569
2026												258,12	230,24	255,55	288,03	203,61	176,00	127,83	1236
2027													216,83	240,67	271,26	191,75	165,75	120,39	921
2028														226,66	255,46	180,58	156,09	113,38	663
2029															240,59	170,07	147,00	106,77	411
2030																160,16	138,44	100,55	160

Equação :
$$\int_0^t \frac{d(DDOCm)}{DDOCm} = -k \int_0^t dt$$

$$DDOCm = DDCOm_0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

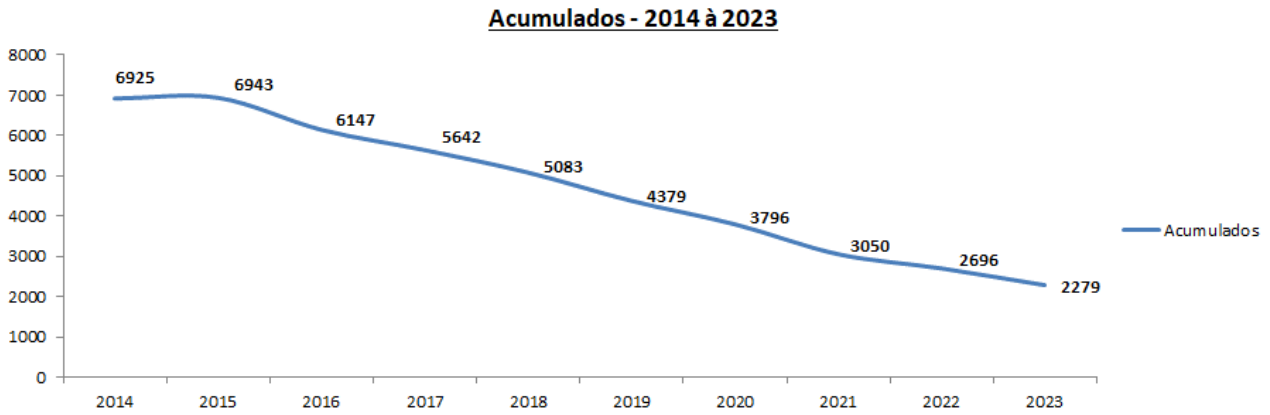


Figura 10 – Passivo de emissões acumulados na Unidade Papel – SC

Na figura 10 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 2023 o balanço de carbono da *Irani Papel e Embalagem S.A.* ficou positivo em 41% o equivalente a 37.892 tCO₂e, 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 da empresa sequestrou o equivalente a 0,59 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 às unidades operacionais obtivemos os seguintes índices no ano:

- **Unidade Papel SC:** houve aumento nas emissões em **2%** com relação a 2022, impulsionado principalmente pelo aumento do consumo de óleo BPF e energia, em decorrência do start-up da caldeira de recuperação.
- **Unidade Embalagem SC:** redução das emissões em **24%**, influenciado pela redução do consumo de óleo BPF.
- **Unidade Resinas RS:** aumento de **36%** nas emissões, em decorrência principalmente do consumo de diesel da frota terceirizada.
- **Administrativos:** houve redução nas emissões em **28%**, o fator principal foi a redução no número de viagens aéreas realizadas no ano.
- **Unidade Papel MG:** redução nas emissões em **9%**, ocasionado principalmente pela parada geral da fábrica no mês de abril, reduzindo o consumo de gás natural.
- **Unidade Indaiatuba SP:** houve redução das emissões em **6%**, ocasionado pela redução do consumo de gás natural, esse fator tem correlação com a redução da produção. Outro fator que contribui para redução das emissões da unidade é a compensação das

emissões de escopo 02, sendo adquiridos em 2023, 7.501 I-REC's (certificados de energia renovável) os quais se encaixam na modalidade de energia - Abordagem Baseada na Escolha de Compra e seu fator de emissão é zero. Caso não houvesse a compensação a emissão do escopo 02 da unidade seria de 291,02 tCO₂e. O montante de IREC's representa o volume de energia, em MWh, consumido no ano pela unidade industrial de Indaiatuba SP.

- **Unidade Florestal RS:** houve redução das emissões em **58%**, influenciada pela redução do consumo de combustível de máquinas florestais.
- **Unidade Florestal SC:** houve aumento de 11% nas emissões em função do consumo de combustível de terceiros oriundos do transporte de madeira.
- Não são contabilizadas as emissões agrícolas nas florestas plantadas, pois não ocorre adubação em campo, e sim apenas no preparo das mudas no Viveiro Florestal.

Nos gráficos a seguir podemos observar a evolução das emissões nas unidades industriais da companhia ao longo dos últimos três anos:

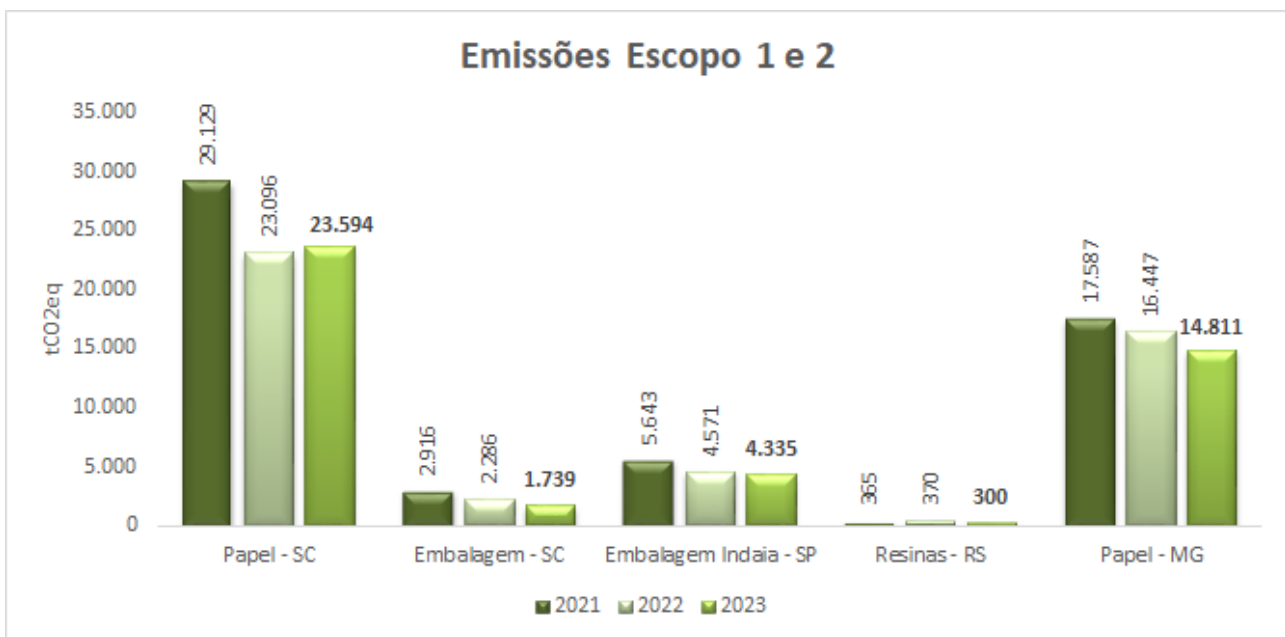


Figura 12 – Unidades Industriais – Escopo 1 e 2

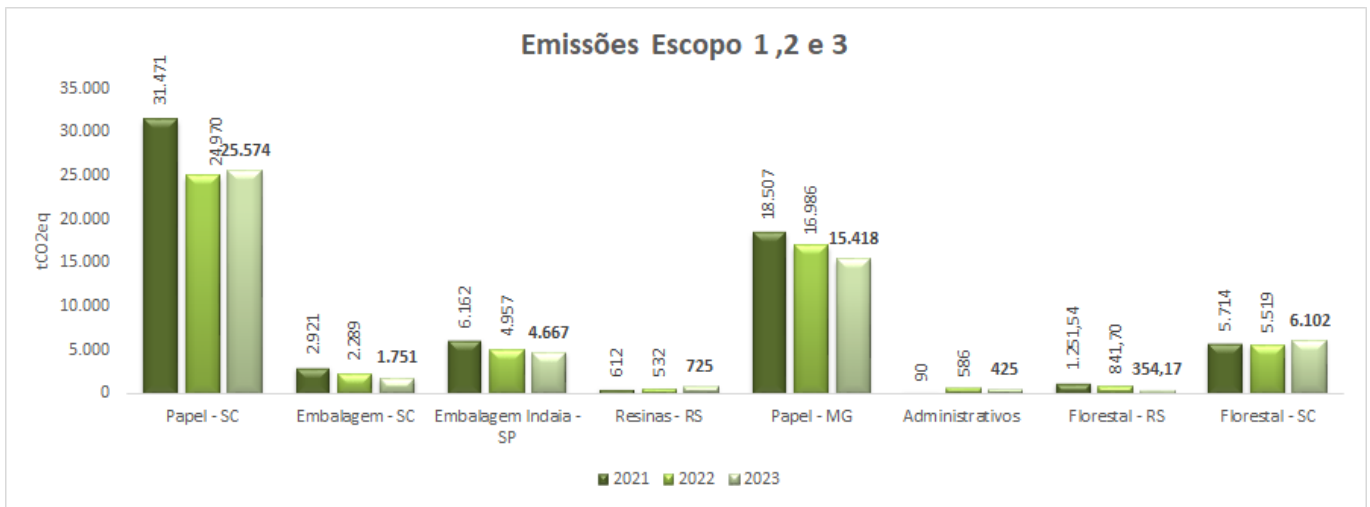


Figura 13 – Unidades Industriais – Escopo 1, 2 e 3

É recomendado que a organização implemente algumas das ações consideradas como melhores práticas de gestão de GEE apontadas pelo relatório do Instituto CERES apresentado na seção 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. 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	<p>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;</p> <p>1.2 Constituir um comitê de altos gestores que acompanhem a estratégia de implantação do plano, revisando a estratégia de implantação, conforme necessário;</p>	<p>1.1 Criação do GAP de eficiência energética. Em 2010 a Irani apresentou um trabalho simpósio de eficiência energética na ABTCP. Criação de HGE – Habitusul Energia Sustentável.</p> <p>1.2 Acompanhamento pelo Relatório de Sustentabilidade. Em 2010 a companhia foi finalista do PPI Award na Categoria: Estratégia Ambiental do Ano.</p>
2. Execução da Gestão	<p>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;</p> <p>2.2 Constituir times em cada departamento para pensar e sugerir ações de eficiência energética;</p> <p>2.3 Atrelar ao sistema de bonificação de empregados (participação em resultados) algum componente relacionado ao desempenho climático da companhia;</p>	<p>2.1 Atividades desenvolvidas no projeto de educação ambiental desde 2007.</p> <p>2.2 GAP de Eficiência Energética, divulgado o guia da ABTCP para eficiência energética em 2011;</p> <p>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 incluiu a recuperação do plástico da MP5.</p>
3. Divulgação ao Público	<p>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).</p>	<p>3.1 São divulgado no Carbon Disclosure Project (CDP), os resultados do inventário de forma voluntária desde 2010;</p> <p>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.</p>
4. Quantificações das Emissões	<p>4.1 Atualizar mensalmente o inventário de GEE da companhia;</p> <p>4.2 Submeter o inventário de GEE para verificação independente por entidade acreditada na norma ISO 14.065.</p> <p>4.3 Caracterizar os resíduos que são encaminhados ao aterro para descontar os resíduos que não geram gases de efeito estufa;</p> <p>4.4 Contabilizar emissões recorrentes de viagens aéreas dos funcionários e terceiros que prestam serviço à Irani.</p>	<p>4.1 Os dados não são atualizados todos os meses, devido que algumas fontes são atualizadas anualmente;</p> <p>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;</p> <p>4.3 Foi efetivado a partir de 2010, com a contabilização também de alguns prestadores de serviços e melhorias contínuas.</p> <p>4.4 Desativada caldeira a óleo BPF na Unidade Papel MG no ano de 2015, reduzindo as emissões da unidade em decorrência desta fonte.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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</p> <p>4.9 Em 2022 realizamos a aquisição de Certificados de Energia Renovável (I'REC) para a unidade Embalagem Indaiatuba SP.</p> <p>4.10 Em 2023 desenvolvemos o nosso plano estratégico de descarbonização, o qual vai de encontro com ações que implicam diretamente nas reduções das emissões de GEE.</p>
5. Planejamento Estratégico e Execução	<p>5.1 Incorporar a gestão climática ao Planejamento Estratégico, estabelecendo objetivos climáticos e metas de redução de emissões de GEE;</p> <p>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).</p>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>5.3 Em 2017 foram substituídas as luminárias nas unidades Embalagens, por lâmpadas de LED, contribuindo com menor consumo de energia.</p> <p>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.</p>

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., 2068.

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.

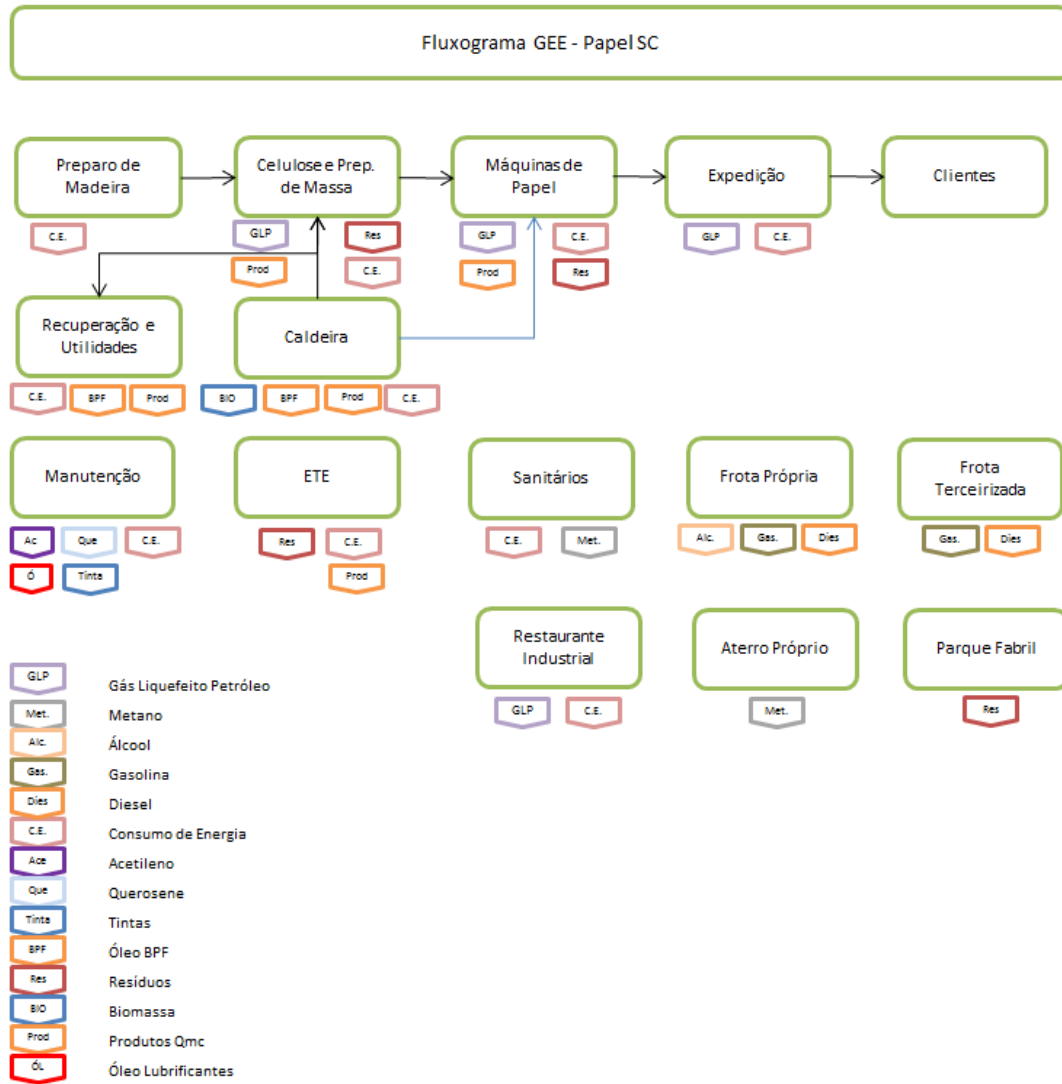
UNEP Risoe (2009) CDM/JI Pipeline Analysis and Database, May 1st 200. Disponível em: <http://www.cdmpipeline.org/>

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.

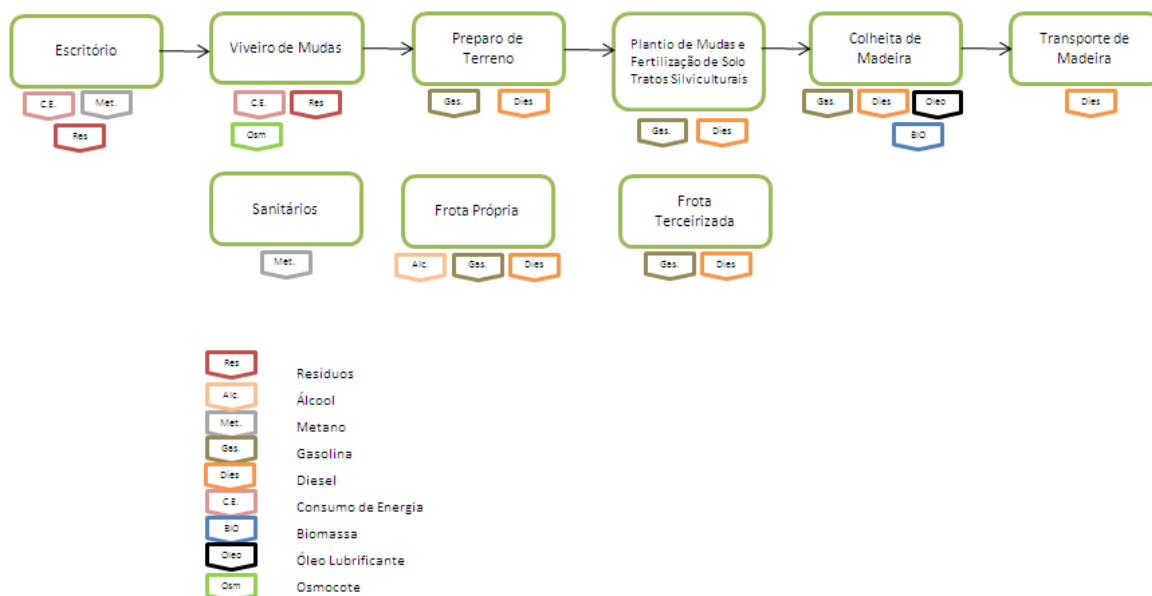
UN Global Compact www.unglobalcompact.org Acesso em Jan 2007

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

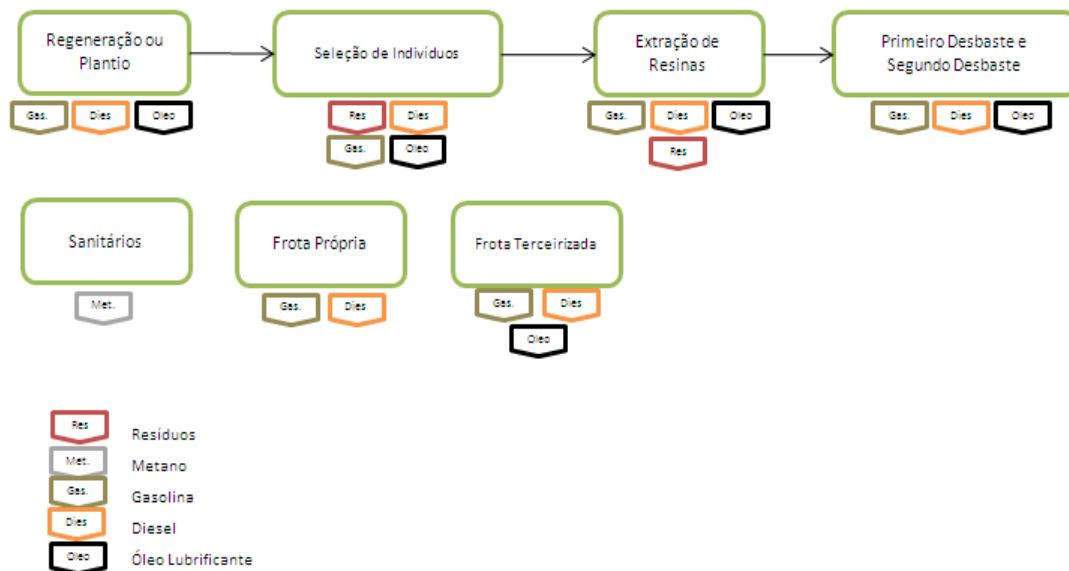
9. Fluxograma dos processos



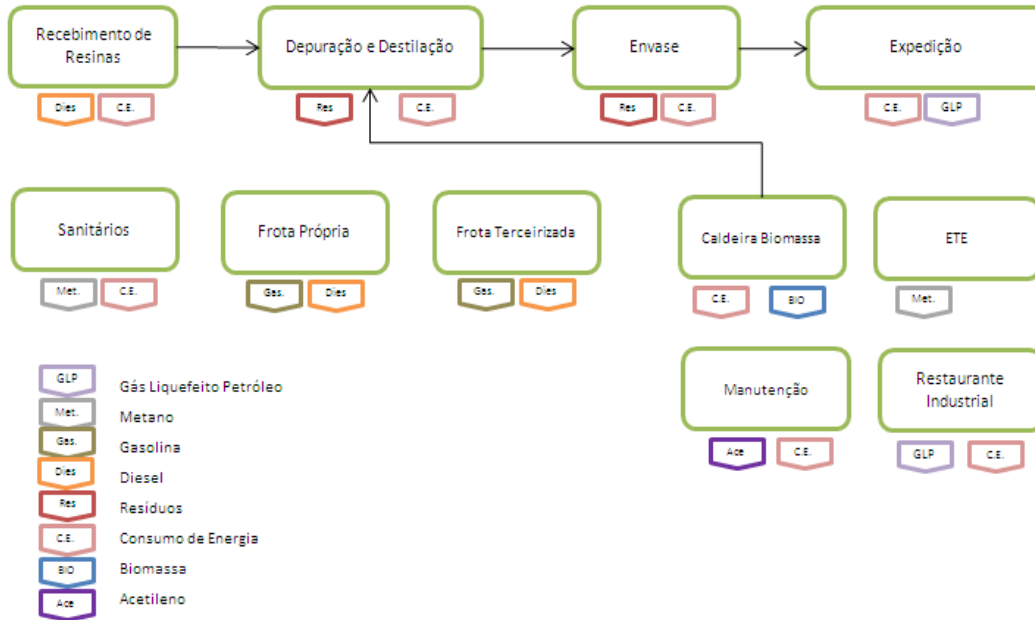
Fluxograma GEE - Florestal SC



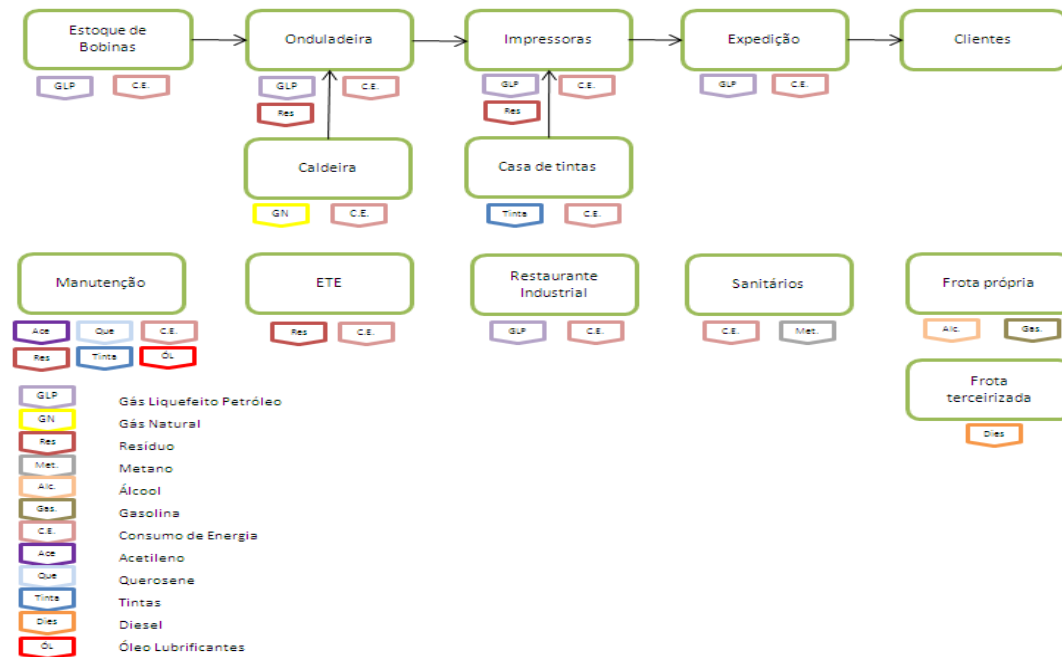
Fluxograma GEE - Florestal RS



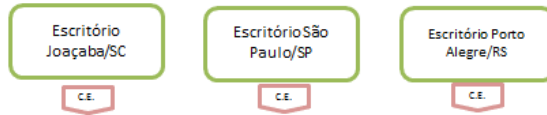
Fluxograma GEE - Resinas RS



Fluxograma GEE - Embalagem SP



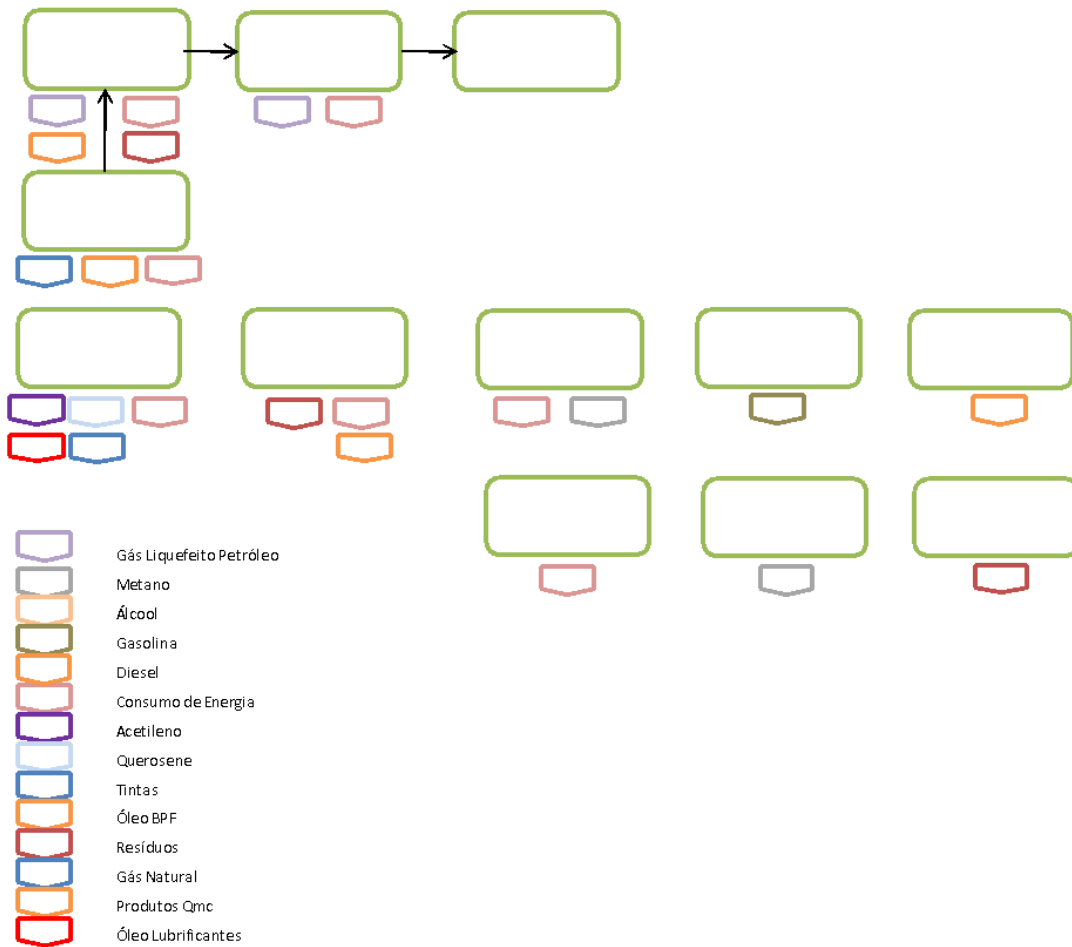
Fluxograma GEE - Administrativos



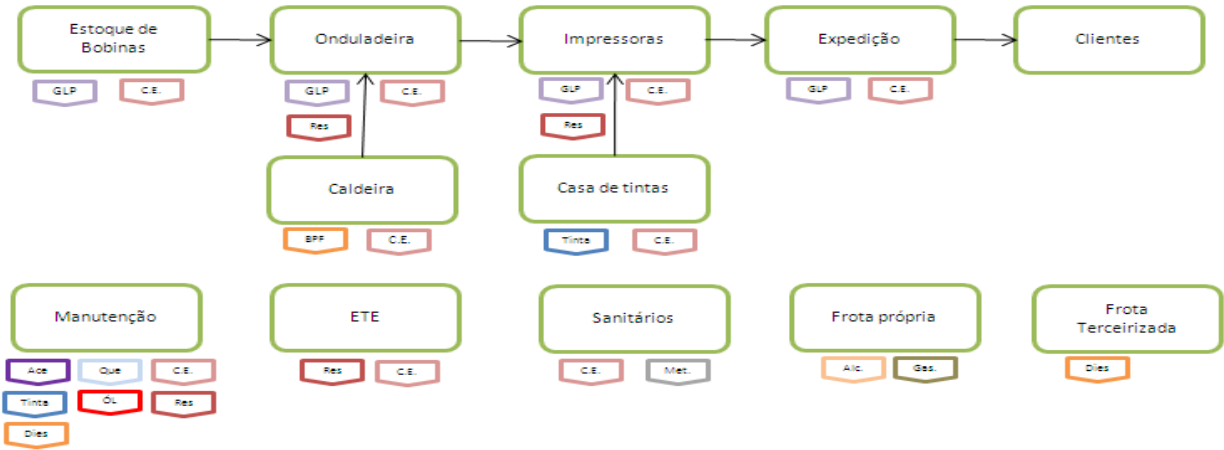
C.E. Consumo de Energia

Figura 10

Fluxograma GEE - Operacionais



Fluxograma GEE - Embalagem SC



- Resíduos
- Metano
- Álcool
- Gasolina
- Diesel
- Consumo de Energia
- Acetileno
- Querosene
- Tintas
- Óleo BPF
- Óleo Lubrificantes
- Gás Liquefeito Petróleo



Siga a Irani nas redes sociais

