

# **SIGMA Net Zero: Um Sistema de Contabilização da Pegada de Carbono e Gestão das Emissões de Gases de Efeito Estufa**

**Alexandre Barbosa<sup>1</sup>, Paulo Malcher<sup>2</sup>,  
Rodrigo Santos<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Alvía Tecnologia  
24230-510 – Niterói – RJ – Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)  
22290-240 – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

alexandre@alivia.com.br, malcher@edu.unirio.br, rps@uniriotec.br

**Resumo.** *Este trabalho apresenta o projeto de sistema de informação (SI) para contabilidade da pegada de carbono corporativa e gestão de emissões de gases de efeito estufa. O SI, denominado SIGMA Net Zero, foi elaborado para ser utilizado inicialmente no mercado de energia e processos industriais. Para isso, o projeto foi modelado utilizando o framework The Open Group Architecture Framework (TOGAF). Foram mapeadas as oportunidades de mercado e a relevância para a sua utilização. O SIGMA Net Zero apoiará empresas que desejam reduzir ou zerar as emissões de gases de efeito estufa (GEE). As principais inovações do SIGMA Net Zero envolvem a contabilização de emissões por escopo; previsão de emissões utilizando inteligência artificial; planejamento de metas de redução de emissões; recomendação de projetos; alertas de desvios entre planejado e realizado; e relatório de emissões evitadas. O sistema tem como missão colaborar para redução do aquecimento global pela gestão integrada de emissões de GEE.*

## **1. Visão Geral**

Os desafios relacionados ao aumento das emissões de GEE ou dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) tendem a ser cada vez maiores com o crescimento populacional, principalmente devido ao aumento do consumo nas grandes cidades. Com a expectativa que o mundo alcance a marca de 9,8 bilhões de habitantes até 2050, governos e empresas de todo mundo vêm buscando formas para garantir o desenvolvimento sustentável de suas organizações. As causas do aumento das emissões de GEE são várias e as principais são: (i) a utilização de combustíveis fósseis para mobilidade urbana ou para geração de energia elétrica; (ii) atividades agropecuárias; (iii) processos industriais; (iv) geração de resíduos; e (v) aumento dos desmatamentos.

Em decorrência das emissões descontroladas, o planeta vem sofrendo degradações provocadas pela falta de gestão sustentável dos processos produtivos. O aquecimento global é a maior consequência do consumo desenfreado. Este fenômeno provoca o derretimento de grandes geleiras, aumento da temperatura dos oceanos, redução da camada de ozônio e mudanças climáticas.

A ausência de controle e governança das atividades que emitem GEE é algo muito comum para as organizações. Muitas vezes, a gestão ainda é realizada com o uso de planilhas eletrônicas, sem rastreabilidade e organização sistêmica. Este problema pode levar

a organização ao excesso de emissões de GEE, em função da visão distorcida do processo produtivo. Falta de compromisso com o desenvolvimento sustentável, ineficiência operacional, falta de transparência e desconhecimento sobre o que precisa ser feito podem gerar grandes prejuízos para as organizações. Com esta motivação, existe uma forte tendência no mercado global na busca por soluções para reduzir as emissões de GEE por meios de identificação, contabilização e gestão de GEE [Schaltegger e Csutora 2012].

A inovação apresentada neste trabalho visa, por meio de uma plataforma on-line, registrar, contabilizar e gerir as emissões de GEE classificadas pelos escopo 1, 2 e 3, ou seja, emissões diretas da empresa, indiretas do uso de energia ou indiretas da cadeia de valor, respectivamente. De acordo com Monzoni (2008), o registro e a contabilização de emissões ajudam a gerar evidências, rastreabilidade para auditorias, *compliance*, históricos de eventos e relatórios das emissões, que apoiam as organizações a planejarem as ações de mitigação e controle. Além disso, o SI irá recomendar projetos de neutralização de GEE seguindo as diretrizes dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS).

Para avaliar a viabilidade da solução, foi feita uma pesquisa aplicada, do tipo exploratória, com objetivo de reunir as principais necessidades da indústria. Após esta etapa, foi conduzida a modelagem da solução utilizando o *framework* TOGAF, que é uma ferramenta que fornece uma abordagem global ao design da solução, envolvendo os domínios de negócios, aplicativo e tecnologia [Josey et al. 2016].

### 1.1. SIGMA Net Zero e Audiência

SIGMA Net Zero é um SI baseado em uma plataforma on-line. Para garantir a cobertura da oportunidade apresentada anteriormente, foram especificados os principais requisitos funcionais do sistema, com base na análise da pesquisa exploratória, como mostra a Tabela 1. Para o desenvolvimento do produto, foi planejado um mínimo produto viável (MVP) a fim de validar as funcionalidades básicas e a aceitação do mercado.

**Tabela 1. Requisitos funcionais do sistema.**

ID	Requisito Funcional
REQ01	O sistema deve contabilizar os registros da pegada de carbono por escopo
REQ02	O sistema deve calcular as emissões das atividades de acordo com o protocolo GHG
REQ03	O sistema deve permitir o planejamento das emissões de GEE
REQ04	O sistema deve recomendar projetos de carbono alinhados aos ODS
REQ05	O sistema deve alertar os desvios de emissões relacionados às metas planejadas
REQ06	O sistema deve gerar relatório de indicadores previsto x realizado
REQ07	O sistema deve gerar relatório de emissões de GEE evitadas por atividade
REQ08	O sistema deve permitir o controle de evidências para rastreabilidade das emissões
REQ09	O sistema deve permitir integração com outros sistemas

### 1.2. Potencial de Mercado e Oportunidades para o SIGMA Net Zero

Em 2021, o mundo atingiu a marca de 37,9 GtCO<sub>2</sub>e emitidos para atmosfera, segundo levantamento da Comissão Européia [Crippa et al. 2022]. Apesar de alarmante, existe uma grande oportunidade para o desenvolvimento de SI para contabilização e gestão das

emissões de GEE [Stechemesser e Guenther 2012]. De acordo com a análise de mercado potencial da solução, foram consideradas as métricas *Total Addressable Market* (TAM), *Serviceable Available Market* (SAM) e *Serviceable Obtainable Market* (SOM) [Ortwein 2019], a fim de medir o tamanho da oportunidade. Para o TAM, no Brasil, existe um mercado total de R\$ 384 bilhões a ser explorado com emissões de GEE, ao passo que, para o SAM, que corresponde ao nicho de atuação inicial (energia e processos industriais), tem-se R\$ 86 bilhões. Com relação ao SOM, considerando algumas variáveis externas, o sistema poderá cobrir inicialmente a gestão de R\$ 15 milhões de emissões referente a uma atividade do escopo 3.

### 1.3. Modelo de Negócio do SIGMA Net Zero

O modelo de negócio é o *Business-to-Business* (B2B), utilizado por meio do modelo *software as a service* (SaaS). Dessa forma, será cobrada uma mensalidade que varia de acordo com o número de atividades gerenciadas. Além disso, o sistema fornecerá relatórios gerenciais e recomendações dos melhores projetos de mitigação de GEE.

## 2. Público-alvo

O público-alvo da apresentação, dado o foco da solução, consiste em empresas de energia e indústrias que têm por objetivo reduzir ou zerar suas emissões, além de pesquisadores da área de SI e entidades governamentais que desejam monitorar as emissões destes segmentos para formulação de políticas públicas.

## 3. Minibiografia

Alexandre Barbosa é fundador da Alívia Tecnologia. Formado em Administração, com pós-graduação em Gestão Estratégica da Informação e mestrado em Sistemas de Informação. Tem mais de 20 anos de experiência na indústria de energia e *utilities*. Paulo Malcher é aluno de doutorado em Informática na UNIRIO e professor na UFRA. Rodrigo Santos é doutor em Engenharia de Sistemas e Computação e professor na UNIRIO.

## Referências

- Crippa, M., Guizzardi, D., Banja, M., Solazzo, E., Muntean, M., Schaaf, E., Pagani, F., Monforti-Ferrario, F., Olivier, J., Quadrelli, R. et al. (2022). Co2 emissions of all world countries. *Luxembourg: Publications Office of the European Union*. doi, 10:730164.
- Josey, A., Lankhorst, M., Band, I., Jonkers, H. e Quartel, D. (2016). An introduction to the archimate® 3.0 specification. *White Paper from The Open Group*.
- Monzoni, M. (2008). Contabilização, quantificação e publicação de inventários corporativos de emissões de gases de efeito estufa. Technical report, Centro de Estudos em Sustentabilidade (FGVces).
- Ortwein, E. (2019). Tam, sam, som: Fundamental market size metrics. *Business Models Essentials*.
- Schaltegger, S. e Csutora, M. (2012). Carbon accounting for sustainability and management. status quo and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 36:1–16. Climate Accounting and Sustainability Management.
- Stechemesser, K. e Guenther, E. (2012). Carbon accounting: a systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 36:17–38.