

**Características Financeiras e Emissão de Gases de Efeito Estufa: uma análise das empresas brasileiras listadas na B3.**

**ROMULO ALVES SOARES**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

**LAHIS MURIEL FELICIANO DOS SANTOS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

**TATIANA AQUINO ALMEIDA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

**JISLENE TRINDADE MEDEIROS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

# Características financeiras e emissão de gases de efeito estufa: uma análise das empresas brasileiras listadas na B3

## 1 INTRODUÇÃO

Questões ligadas à mudança climática têm sido reconhecidas como uma grande fonte de risco econômico e social pela comunidade global (CHOI; LEE; PSAROS, 2013). O principal fator antropogênico que impulsiona tal mudança climática é a emissão de gases de efeito estufa (*green house gas* – GHG) na atmosfera (YUNUS; ELIJIDO-TEN; ABHAYAWANSA, 2016). Como resposta a essas questões, entes políticos e corporações têm buscado agir no controle de emissões de GHG, culminando em medidas como o Protocolo de Kyoto, assinado em 1997 e posto efetivamente em prática a partir de 2005, cuja primeira medida significativa estipulada relaciona-se ao controle de GHG (PRADO-LORENZO et al., 2009; CHITHAMBO, 2013).

Com o passar dos anos, o papel das empresas no aumento dos riscos relacionados à mudança climática tem atraído maior atenção de diversos *stakeholders* como investidores institucionais, bancos, agências governamentais, ONGs e consumidores (ELEFTHERIADIS; ANAGNOSTOPOULOU, 2014). Considerando a maior consciência dos *stakeholders* quanto a estas questões, pode-se conjecturar que a consideração das questões relacionadas à mudança climática, bem como a incorporação de uma estratégia operacional mais limpa por meio da redução na emissão de GHG, tem se tornado fator crucial para a atuação das empresas (WAHYUNI; RATNATUNGA, 2015).

Yunus, Eljido-Ten e Abhayawansa (2016) concordam com a ideia de que faz-se importante para as empresas darem atenção para questões ligadas a mudanças climáticas, no entanto os autores destacam que este é um campo relativamente recente, tanto no aspecto acadêmico quanto prático. Na contramão do que afirmam os autores, Clarkson et al. (2011) apontam que a existência de relação positiva entre investimentos em questões ambientais e elementos como o desempenho financeiro ou a competitividade das empresas ainda é algo controverso.

Apesar disso, Amran, Periasamy e Zulkafli (2011) mostram que os efeitos das emissões de GHG se fazem tão presentes, que tornou-se inevitável que empresas tenham atitudes voltadas não apenas para o controle dessas emissões, mas também para a divulgação e prestação de contas dessas ações com os seus *stakeholders*. Dentro dessa perspectiva, para que ações voltadas ao desempenho ambiental sejam possíveis, Ullmann (1985) argumenta que é necessária uma avaliação das capacidades financeiras da empresa.

Diante do exposto, tendo em mente a urgência que permeia a questão da mudança climática, cujo principal fator antropogênico é a emissão de GHG, e que as características financeiras das empresas têm relação com esse nível de emissão, seja devido à sua capacidade produtiva, seja por meio de implementação de medidas redutivas, a pesquisa traça como objetivo averiguar como as características das empresas brasileiras afetam a emissão de GHG.

Para atender ao objetivo traçado, utilizou-se um painel de dados, de 2010 a 2017, com 338 observações, contendo informações sobre emissões diretas de GHG das empresas brasileiras, além de outras características como setor, tamanho, endividamento, rentabilidade, crescimento e concentração de propriedade do controlador.

A pesquisa mostra-se relevante, uma vez que examina aspectos empresariais que podem contribuir para as empresas realizem menores emissões de gases de efeito estufa. Ao considerar a importância de que as empresas emitam níveis de GHG cada vez menores, a pesquisa pode fornecer *insights* sobre aspectos que podem trabalhados pelas organizações e que podem colaborar para uma melhor performance ambiental.

Além disso, o trabalho também se mostra relevante ao ser desenvolvido em âmbito nacional, tendo em vista que a maior parte da evidência empírica encontrada concentra-se em países desenvolvidos (WEINHOFER; HOFFMANN, 2008; PRADO-LORENZO et al., 2009; HATAKEDA et al., 2012; CHITHAMBO, 2013; CHOI; LEE; PSAROS, 2013; ELEFTHERIADIS; ANAGNOSTOPOULOU, 2014; YUNUS; ELIJIDO-TEN; ABHAYAWANSA, 2016). Pouca evidência empírica foi observada em países emergentes (AMRAN; PERIASAMY; ZULKAFI, 2011). Tal distinção entre países desenvolvidos e emergentes é importante, uma vez que acordos como o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris trazem medidas mais brandas para os países emergentes, em comparação com os países desenvolvidos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nas últimas décadas, a economia global experimentou um crescimento acelerado, o que, em contrapartida, foi conseguido por meio do consumo de recursos, que levaram à degradação do meio ambiente (CHEN et al., 2017). Dados da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), revelam que a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera saltou do patamar de 280 ppm, para 413 ppm em junho de 2019.

Dados do *Carbon Disclosure Project* de 2010 revelam que as 500 maiores empresas do mundo (*Global 500*) representam, sozinhas, cerca de 11% de toda a emissão antropogênica de GHG. Dada a relevância das emissões de GHG das empresas, diferentes *stakeholders* como organizações não-governamentais (ONGs), agentes públicos, investidores e consumidores, têm pressionado as tem pressionado para que elas adotem políticas de redução de emissões, além de realizarem seu monitoramento, mensuração e evidenciação (DODA et al., 2016).

Em uma análise conduzida em 2007 com 375 executivos de empresas da Ásia, Europa, América do Norte e América Latina, revelou que cerca de 60% deles considera a mudança climática como possuindo pelo menos alguma importância para a definição da estratégia corporativa.

No Brasil, surgiu em 2010, uma iniciativa por parte da BM&FBovespa (hoje B3), e o Banco Nacional e Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que criou um índice de mercado chamado Índice Carbono Eficiente (ICO2). O indicador é composto por ações das empresas que participam do índice IBrX-50 (que congrega os ativos de maior negociabilidade da B3) que concordaram em participar da iniciativa e passaram a adotar práticas transparentes com relação às suas emissões de GHG. Na composição do índice, são considerados a eficiência de emissão de GHG, medida pela relação entre GHG emitido (medido em toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente – tCO<sub>2</sub>e) e a receita bruta das empresas em milhões de reais, além do *freefloat* das ações. A criação do índice tem como principal objetivo, incentivar as empresas mais negociadas da B3 a se preparar para uma economia de baixo carbono.

Roberts (1992) argumenta que a capacidade que uma empresa tem de dar respostas à questões ambientais, como é o caso da emissão de GHG, depende da capacidade financeira da empresa para instituir programas de responsabilidade ambiental, aliados a outros fatores como visibilidade, setor de atuação, etc. Artiach et al. (2010) afirma que se os investimentos em questões ambientais de uma empresa são determinados pelos seus *stakeholders*, então diferenças entre níveis de desempenho ambiental das empresas podem ser explicadas a partir de diferenças nas características das empresas que estão sujeitas a pressão de *stakeholders* diferenciados. Espera-se, de modo geral, que o poder de um *stakeholder* esteja positivamente associado com o desempenho social corporativo (ULLMANN, 1985; ARTIACH et al., 2010).

Uma das características que pode afetar o desempenho ambiental de uma empresa é o seu tamanho. Uma vez que empresas maiores estão sujeitas a um maior escrutínio por parte de

dos *stakeholders*, sofrem maior pressão com relação a seus impactos ambientais (CHIH et al., 2010; LOURENÇO; BRANCO, 2013). Outro ponto em questão é o fato de que empresas maiores, em geral atuam em regiões demográficas e segmentos de mercado mais diversificados, o que acaba aumentando a gama de *stakeholders* com os quais a empresa deve lidar. Consequentemente a empresa também estará sujeita a demandas maiores de sua RSC (LOURENÇO; BRANCO, 2013).

Além disso, empresas maiores também têm acesso a recursos com maior facilidade do que companhias menores, o que acaba permitindo que empresas maiores tenham mais recursos à disposição para se engajar em atividades socialmente responsáveis (BRAMMER; PAVELIN, 2004).

De modo complementar, Wickert, Scherer e Spence (2016) identificam que, quanto maior uma empresa se torna, maior também irão ser os custos associados a práticas socialmente responsáveis, uma vez que essas empresas atraem mais atenção. Apesar disso, os autores destacam que muitas práticas de RSC exigem uma capacidade de atendimento complexa das empresas, que só é observada em grandes empresas. Em empresas menores, há ainda um agravante dessas empresas serem mais propícias à interação entre propriedade e gestão, o que torna a adoção de práticas de RSC, uma decisão mais discricionária, enquanto empresas maiores, cuja propriedade tende a não se confundir com a gestão, essa decisão tem um caráter mais instrumental.

Com base no que foi exposto, considerando a relação entre tamanho da empresa e desempenho ambiental, e traçando um paralelo com a relação entre GHG/Receita, espera-se que devido a uma maior pressão sofrida por empresas maiores, além de ganhos de escala e maior facilidade de acesso a recursos, espera-se que o tamanho da empresa influencie negativamente a razão GHG/Receita. Deste modo, a primeira hipótese para esta pesquisa é:

*Hipótese 1: O tamanho da empresa afeta negativamente a relação GHG/Receita.*

Ullmann (1985) argumenta que em períodos de baixo desempenho econômico, isto é, baixa rentabilidade, os gestores devem dar maior atenção aos objetivos financeiros da companhia, em detrimento de questões sociais. Além disso, altos níveis de rentabilidade permitem que os gestores atinjam as expectativas de seus *stakeholders* financeiros e ainda disponham de recursos para investir em programas sociais.

Para Ruf et al. (2001), companhias com maior rentabilidade apresentam maior custo de oportunidade, uma vez que um volume maior de recursos pode ser associado pelos *stakeholders* a uma tomada de decisão oportunista por parte dos gestores. Assim, a destinação dos recursos dessa empresa passarão a ser alvo de maior escrutínio. Com o intuito de reduzir esse comportamento por parte dos *stakeholders*, as empresas podem adotar mais práticas socialmente responsáveis, com intuito, além de reduzir seu nível de recursos disponíveis, também acabam por trabalhar sua reputação entre os *stakeholders* (SOARES et al., 2018).

Com base no exposto, espera-se então que empresas com maiores níveis de rentabilidade, por terem mais recursos disponíveis para investimentos em questões ambientais, tenham melhor desempenho ambiental e consequentemente, um menor nível de emissão de GHG. Formula-se, então, como segunda hipótese para esta pesquisa:

*Hipótese 2: A rentabilidade da empresa afeta negativamente a relação GHG/Receita.*

De modo análogo ao que se apresenta para a rentabilidade, espera-se que um maior nível de crescimento das vendas, por estar associado a um maior aumento nos recursos disponíveis na empresa, esteja negativamente associado com a relação entre GHG/Receita. Há de se considerar também que, matematicamente, um maior crescimento das vendas é consequência

de um maior aumento da receita da empresa de um ano para o outro, sendo por isso, esperado que haja uma redução no indicador GHG/Receita, uma vez que se eleva o denominador da relação. Por estas razões, formula-se como terceira hipótese desta pesquisa:

*Hipótese 3: O crescimento das vendas afeta negativamente a relação GHG/Receita.*

Segundo Artiach et al. (2010), o nível de débito na estrutura de capital de uma companhia revela uma medida do grau de importância de seus *stakeholders* financeiros. Os fornecedores de crédito terão mais poder conforme mais uma empresa dependa do financiamento por dívida. (ROBERTS, 1992). À medida que o nível de endividamento da empresa aumente, aumentará também a influência de seus credores (ARTIACH et al., 2010). Além disso, firmas com menores níveis de endividamento terão maior flexibilidade para financiar suas práticas sociais e ambientais (ZIEGLER; SCHRÖDER, 2010; LOURENÇO; BRANCO, 2013).

Diante da argumentação exposta, espera-se que o endividamento exerça uma influência positiva sobre a emissão de GHG, uma vez que é um indicativo de que a empresa está sujeita a maior pressão de *stakeholders* de natureza financeira como bancos e outros tipos de credores. Além disso, um endividamento elevado também pode ser um indício de pouca disponibilidade de recursos, o que dificulta o investimento em questões ambientais por parte das empresas. Assim, formula-se como quarta hipótese desta pesquisa:

*Hipótese 4: O endividamento afeta positivamente a relação GHG/Receita.*

Hatakeda et al. (2012) defendem que a estrutura de concentração das ações de uma empresa pode afetar os benefícios de uma gestão mais eficiente das emissões de GHG. Para os autores, a presença de um número maior de grandes acionistas em uma empresa, acaba reduzindo sua emissão de GHG, uma vez que investidores desta natureza são mais qualificados, e tendem a ter uma visão mais voltada para o longo prazo do que investidores individuais. Além disso, grandes acionistas também utilizam melhor as informações das empresas, o que reduz o risco moral dos executivos, e incentivam à promoção de atividades que visem à proteção ambiental.

Além disso, Li e Zhang (2010) relatam que o grau de dispersão da propriedade das empresas se relaciona positivamente com a adoção de práticas de responsabilidade social corporativa, uma vez que intensifica as pressões sobre as atividades das empresas, e aumenta a probabilidade de existência de investidores institucionais como fundos de pensões.

Alinhado com os trabalhos anteriores, Ghomi e Leung (2013) justificam que, empresas com menor concentração de propriedade, são mais sensíveis às demandas de um maior número de *shareholders*, incluindo aí demandas ambientais, que os autores avaliam por meio da divulgação de informações sobre a emissão de GHG. Isto posto, a quinta hipótese adotada nesta pesquisa é:

*Hipótese 5: A concentração de propriedade afeta negativamente a relação GHG/Receita.*

Ao estudarem a evidenciação de GHG, Eleftheriadis e Anagnostopoulou (2014) mostram que a indústria em que a empresa atua é um fator preponderante para a decisão de divulgar. Os autores destacam os setores de Petróleo e Gás, Químico, Mineração, Materiais Básicos, Bens Industriais e Energia, como aqueles mais ambientalmente sensíveis e mais sujeitos à divulgação de sua emissão de GHG. Hoffmann e Busch (2008) também evidenciam a importância do setor na mensuração do desempenho quanto à emissão de GHG, ao propor quatro medidas para avaliar tal desempenho: *carbono intensity*, *carbon dependency*, *carbon*

*exposure* e *carbon risk*. Os autores ainda sugerem que sejam aplicadas correções às mensurações de GHG que atendam às especificidades de cada setor.

Tendo em vista a relevância do setor para a explicação do nível de emissão de GHG, esta pesquisa inclui os setores como forma de controlar a relação GHG/Receita nos modelos econométricos utilizados e formula como sexta hipótese de pesquisa:

*Hipótese 6: O setor de atuação da empresa é a característica mais importante para explicar a relação GHG/Receita.*

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Coleta dos dados

Para a execução da pesquisa buscou-se, inicialmente, informações sobre as empresas brasileiras de capital aberto que realizam seu inventário de GHG, as quais foram consultadas, entre os meses de maio e junho, no *site* do Programa Brasileiro GHG Protocol. Para coletar as informações sobre concentração acionária, foi utilizado o pacote GetDFPData, disponibilizado para a linguagem R (PERLIN; KIRCH; VANCIN, 2018). As demais informações foram coletadas no banco de dados da Compustat. Do cruzamento dos bancos de dados utilizados, foi obtida uma amostra final com 338 observações de 75 empresas, cobrindo um período de 2010 a 2017. O Quadro 1 apresenta a lista de variáveis, sua operacionalização e fonte de coleta dos dados.

Quadro 1 – Variáveis utilizadas na pesquisa

Tipo	Descrição	Operacionalização	Fonte de coleta
Variável dependente quantitativa	Emissão de GHG	$\frac{\text{Emissões diretas de GHG (Escopo 1)}}{\text{Receita de Vendas}}$	Programa Brasileiro GHG Protocol
Variáveis independentes quantitativas	Tamanho	$\ln(\text{Ativo Total})$	Compustat
	Rentabilidade	$\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Ativo Total}}$	
	Endividamento	$\frac{\text{Capital de Terceiros}}{\text{Ativo Total}}$	
	Crescimento das Vendas	$\% \Delta \text{Receita de Vendas}$	
	Concentração de Propriedade	$\frac{\text{Ações ordinárias do(s) controladore(s)}}{\text{Total de ações ordinárias}}$	Formulário de Referência
Variáveis independentes qualitativas	Setor de atuação	Conjunto de variáveis <i>dummy</i> que representam nove setores econômicos segundo a classificação do <i>Global Industry Classification</i> (Setor de referência: Energia)	Compustat
	Ano de referência das informações	Conjunto de variáveis <i>dummy</i> que representam os anos de 2010 a 2018 (Ano de referência: 2010)	-

Fonte: Elaborado pelos autores.

A variável dependente utilizada na pesquisa são as emissões diretas de GHG (emissões do escopo 1), relativizadas pela receita de vendas de cada empresa. A escolha de tal variável justifica-se pelo fato de que a mesma relação é adotada como medida base para a construção do Índice Carbono Eficiente (ICO2), segundo mostra a metodologia do índice (BM&FBOVESPA, 2015). Quanto aos setores, cabe destacar que foram observados dez, segundo a classificação do

*Global Industry Classification* (GIC), sendo eles: Energia, Materiais Básicos, Bens Industriais, Consumo Cíclico, Consumo Não Cíclico, Saúde, Financeiro, Tecnologia da Informação, Serviços de Comunicação e Utilidade Pública.

### 3.2 Estratégia de análise

As variáveis do Quadro 1 foram utilizadas para a estimação do modelo apresentado na Equação I, utilizando três técnicas multivariadas diferentes. Em todos os casos, a variável dependente relaciona a Emissão de GHG/Receita, com as demais variáveis independentes que traduzem diferentes características das empresas que podem influenciar seu nível de emissão de GHG.

$$\ln\left(\frac{GHG}{Receita}\right)_i = \beta_0 + \beta_1 Tam_i + \beta_2 ROA_i + \beta_3 Endiv_i + \beta_4 Cres_i + \beta_5 CProp_i + \beta_{6:14} Setor_i + \beta_{15:21} Ano_i \quad (I)$$

Entre as análises multivariadas empregadas na pesquisa, utilizou-se a árvore de classificação e regressão (CART), com o objetivo de averiguar o grau de importância de cada variável independente sobre a relação GHG/Receita. A CART (BREIMAN et al., 1984) busca segregar indivíduos de uma amostra, em subamostras menores, com a maior distinção em relação à média e menor variância em cada subamostra formada (SOARES; GONDIM; ROCHA, 2018). Uma vez que o que se busca ao empregar tais técnicas é mensurar a importância das variáveis independentes na explicação da variável dependente, vale ressaltar que a CART, quando a variável dependente é quantitativa, utilizam como medida desta importância a redução média de impureza (*average impurity reduction*), que mede o efeito de cada variável na pureza das subamostras geradas (GRÖMPING, 2009).

Além de verificar a importância de cada variável para a determinação da relação GHG/Receita, buscou-se também identificar como cada variável independente exerce sua influência, por meio de regressão quantílica. A escolha desta técnica em detrimento de uma análise de regressão linear mais convencional, como MQO, reside no fato de que a regressão quantílica permite o estudo do fenômeno ao longo de toda a distribuição dos dados, e não apenas em sua distribuição central (YU; WANG; WU, 2015). Além disso, regressões quantílicas apresentam maior robustez na presença de *outliers* (JOHN, 2015), além de não dependerem de pressupostos como normalidade e homocedasticidade (KOENKER; BASSETT JR., 1982). A escolha dos quantis utilizados nas regressões foram feitas com base em testes de Wald, que compara os coeficientes de duas regressões quantílicas estimadas em quantis diferentes, utilizando um mesmo conjunto de dados. Cabe destacar ainda que, apesar da robustez da regressão quantílica à *outliers*, optou-se por aplicar o logaritmo natural à variável dependente, a fim de fazer com que a sua escala se aproximasse dos valores das demais variáveis do estudo.

Além das análises multivariadas, análises descritivas preliminares foram conduzidas, com uso de gráficos, percentuais e medidas resumo, a fim de que se conheça a distribuição dos dados ao longo do tempo e dos setores. Todas as análises foram feitas com uso do *software* R (R CORE TEAM, 2019). Na etapa de análise descritiva foram utilizados os pacotes *stats* e *ggplot2* (WICKHAM, 2016). Para as CART utilizou-se o pacote *rpart* (THERNEAU; ATKINSON, 2019), enquanto para as regressões quantílicas, foi utilizado o pacote *quantreg* (KOENKER, 2019).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise descritiva

Dá-se início ao processo de análise com uma descrição do número de observações da amostra, segregados por ano e setor, o que pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição da amostra por ano e setor

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Energia	1	1	1	2	2	3	3	1	14
Materiais Básicos	6	8	8	9	9	10	10	8	68
Bens Industriais	3	3	4	4	3	4	4	3	28
Consumo Cíclico	3	2	3	3	4	4	4	4	27
Consumo Não Cíclico	2	2	3	4	6	4	4	3	28
Saúde	1	1	1	1	0	1	1	2	8
Financeiro	4	4	6	7	6	6	7	6	46
Tecnologia da Informação	1	2	2	2	2	2	1	1	13
Serviços de Comunicação	3	3	3	3	2	2	2	2	20
Utilidade Pública	5	6	8	11	13	16	13	14	86
Total	29	32	39	46	47	52	49	44	338

Fonte: Elaborada pelos autores.

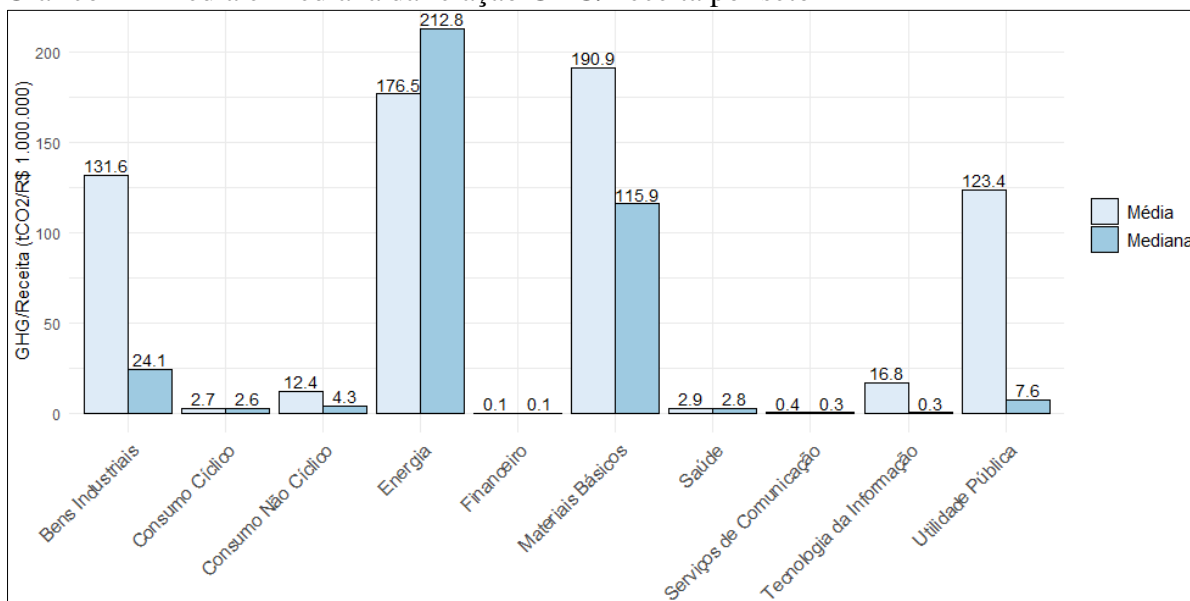
Entre os setores, aqueles com maior representatividade da amostra total são os de Utilidade Pública (86 observações, 25,44% da amostra), Materiais Básicos (68 observações, 20,12% da amostra), e Financeiro (48 observações, 13,61% da amostra). Quanto aos anos, é possível notar uma evolução no número de empresas na amostra entre 2010 e 2015, evoluindo de 29 para 52, enquanto em 2016 e 2017 houve uma redução no número de observações. Quando se observa o número de participantes total do Programa Brasileiro *GHG Protocol*, percebe-se um comportamento semelhante, uma vez que o número de participantes cresce de 79 para 147 entre 2010 e 2016, mas cai para 140 em 2017, enquanto os setores com maior número de inventário em 2017 são os de indústria de transformação (materiais básicos), eletricidade e gás (utilidade pública) e atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados (financeiros).

Em seguida, devido à diferença no número de observações entre os setores, foram calculadas a média e mediana da relação GHG/Receita por setor, cujos resultados podem ser visualizados no Gráfico 1. Em relação aos valores médios, o setor que apresenta a pior relação GHG/Receita é o de Materiais Básicos, emitindo uma média de 190,9 toneladas de CO<sub>2</sub> para cada R\$ 1.000.000 de receita gerada. Quanto à mediana, evidencia-se que 50% das observações estão acima de 115,9 toneladas de CO<sub>2</sub> para cada R\$ 1.000.000 de receita. Em seguida, aparece o setor de Energia, que dos anos de 2010 a 2012, e em 2017, é composto exclusivamente pela Petrobrás. A média de emissão para o setor é de 176,5 tonelada de CO<sub>2</sub> para cada R\$ 1.000.000 de receita.

Percebe-se ainda, ao analisar o Gráfico 1, que há uma discrepância entre os valores de média e mediana, indicando a presença de *outliers*, na maioria dos setores. Destaca-se, principalmente, os setores de Bens Industriais, Materiais Básicos e Utilidade Pública, pois apresentam média consideravelmente superior à mediana, o que indica a presença de valores extremos elevados, que acabam distorcendo a média.



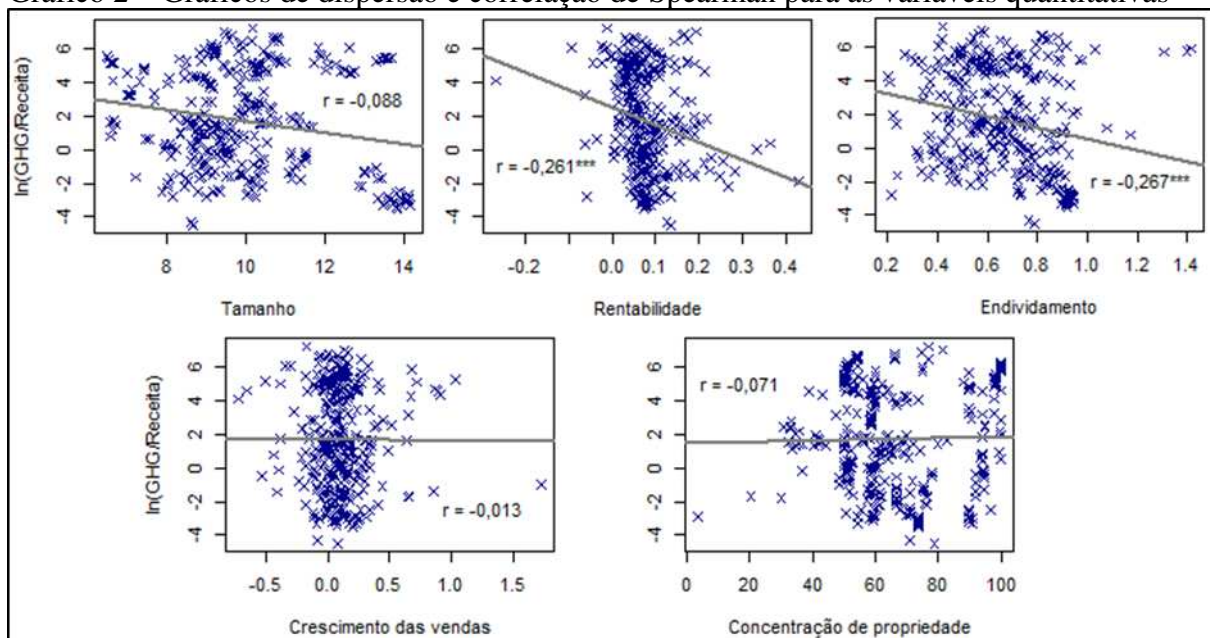
Gráfico 1 – Média e Mediana da relação GHG/Receita por setor



Fonte: Elaborado pelos autores.

Por fim, para avaliar a relação prévia das demais variáveis quantitativas do estudo (tamanho, rentabilidade, endividamento, crescimento das vendas e concentração de propriedade), foram construídos gráficos de dispersões para cada uma das variáveis, em relação à variável GHG/Receita transformada pelo logaritmo natural, como pode ser visualizado no Gráfico 2. Além dos gráficos de dispersão, foram traçadas linhas de tendência e calculadas as correlações de Spearman.

Gráfico 2 – Gráficos de dispersão e correlação de Spearman para as variáveis quantitativas



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: \*\*\* – Correlação significativa a 1%.

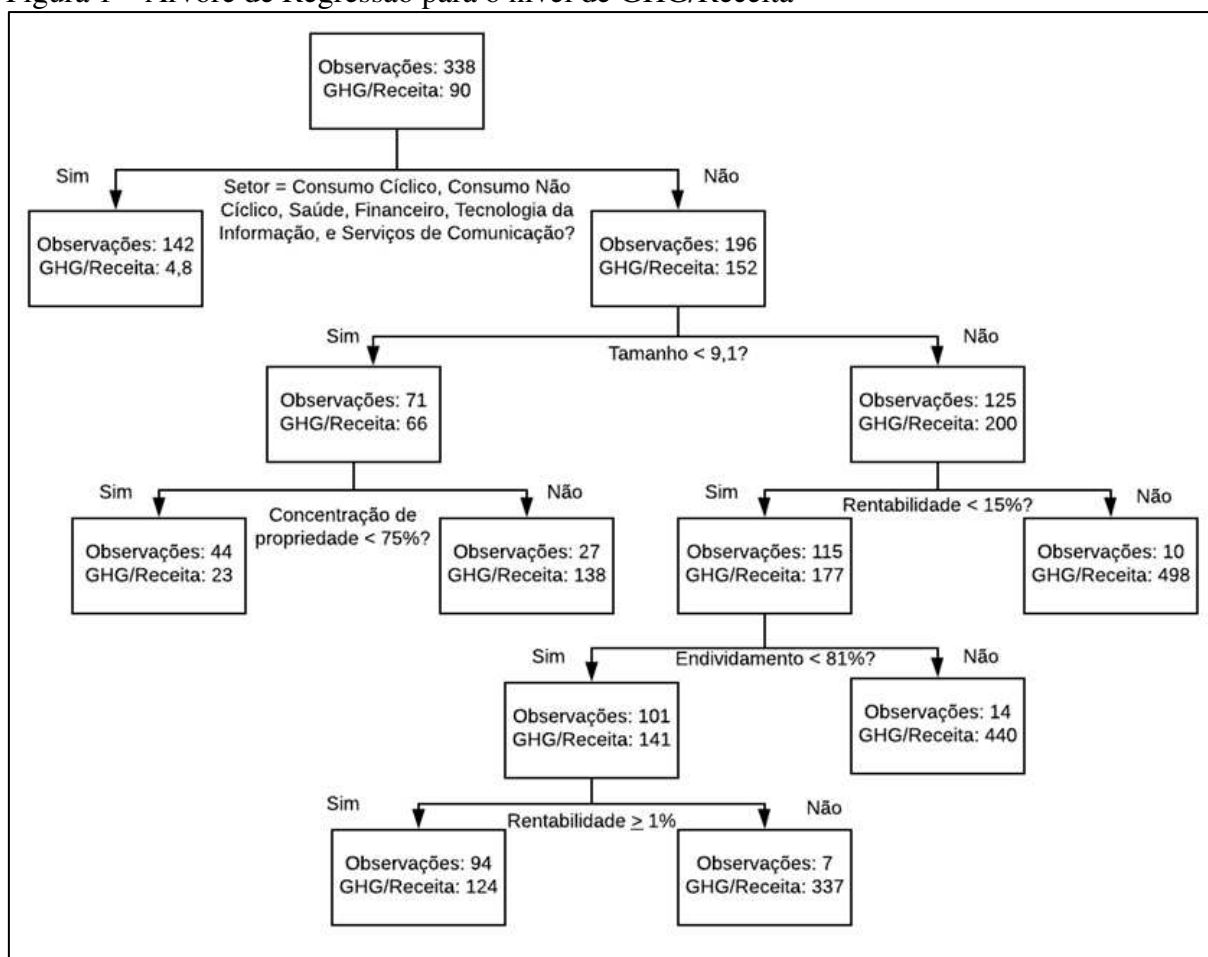
Percebe-se que, de modo isolado, todas as variáveis independentes quantitativas do estudo se relacionam de modo negativo com o quociente GHG/Receita corrigido pelo logaritmo natural. Apesar disso, apenas a correlação das variáveis Rentabilidade e Endividamento com a

variável dependente mostrou-se significativa, a 1%, indicando que empresas mais rentáveis e menos endividadas têm uma melhor relação entre GHG emitido e receita gerada.

## 4.2 Análise multivariada

As análises feitas na seção anterior relacionam a variável dependente da pesquisa (GHG/Receita), com as demais variáveis independentes, de modo isolado, isto é, sem considerar a sinergia que pode haver entre as próprias variáveis independentes e como isto pode afetar sua relação com a variável GHG/Receita. Por este motivo foram conduzidas uma série de análises multivariadas, com o objetivo de elucidar de modo mais completo como as características das empresas que foram elencadas podem afetar na sua emissão de GHG. A primeira análise conduzida foi a CART, que permite traçar o perfil das empresas de acordo com seu nível de emissão de GHG. Os resultados desses perfis podem ser vistos na Figura 1.

Figura 1 – Árvore de Regressão para o nível de GHG/Receita



Fonte: Elaborada pelos autores.

O perfil traçado que leva à maior média de emissão de GHG em relação à receita é formado por empresas dos setores de Energia, Materiais Básicos, Bens Industriais e Utilidade Pública, com tamanho superior a 9,1 e rentabilidade superior a 15%. Para essas empresas, que representam 3% da amostra total, a média de emissão de GHG é de 498 tCO<sub>2</sub>e para cada R\$ 1.000.000 de receita. As empresas destes mesmos setores, com rentabilidade inferior a 15%, mas com endividamento superior a 81%, apresentam a segunda maior média de emissão de

GHG em relação à receita, com 440 tCO<sub>2</sub>e para cada R\$ 1.000.000. Ao todo, 4% da amostra total se enquadram neste perfil.

Entre as empresas com menor relação GHG/Receita, estão aquelas dos setores de Consumo Cíclico, Consumo Não Cíclico, Saúde, Financeiro, Tecnologia da Informação e Serviços de Comunicação, que emitem em média 4,8 tCO<sub>2</sub>e para cada R\$ 1.000.000 de receita, e representam 42% da amostra total. Há que se destacar também que nos setores mais poluentes (Energia, Materiais Básicos, Bens Industriais e Utilidade Pública) as empresas com tamanho inferior à 9,1, e cujos controladores detêm menos de 75% das ações ordinárias, apresentam a segunda menor média de GHG/Receita, com 23 tCO<sub>2</sub>e para cada R\$ 1.000.000 de receita, e representam 13% da amostra total. Nas empresas com perfil semelhante, mas com concentração de propriedade superior a 75%, o quociente GHG/Receita apresenta média de 138 tCO<sub>2</sub>e para cada R\$ 1.000.000, e compreende 8% da amostra total.

A CART, além de permitir traçar um perfil a partir das variáveis independentes, que conduzam a níveis diferentes de emissão, permite mensurar a importância que cada variável independente tem neste processo. Os resultados, apresentados na Tabela 2, mostram que o setor é a variável que mais contribui para a determinação da relação GHG/Receita com 30% de importância relativa, seguido do nível de endividamento da empresa, com 21,53%, da rentabilidade (21,53%) e do tamanho (17,13%). As variáveis de concentração de propriedade e crescimento das vendas apresentaram um grau de importância relativamente menor quando comparados com as demais variáveis.

Tabela 2 – Grau de importância das variáveis para a determinação do GHG/Receita

	Importância	Importância Relativa
Setor	2.076.374,83	30,00%
Endividamento	1.557.176,70	22,50%
Rentabilidade	1.490.295,98	21,53%
Tamanho	1.185.755,49	17,13%
Concentração de propriedade	600.132,64	8,67%
Crescimento das vendas	12.535,14	0,18%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após a realização da árvore de classificação, procedeu-se à regressão quantílica. Para a determinação dos quantis a serem utilizados na análise, foram comparados os quantis Q10, Q25, Q50, Q75 e Q90, dois a dois, por meio de um teste F de Wald, que verifica se os coeficientes de duas regressões quantílicas são estatisticamente diferentes, justificando a realização das duas regressões.

Tabela 3 – Comparação dos coeficientes das regressões quantílicas em diferentes quantis

	Q10 × Q25	Q25 × Q50	Q50 × Q75	Q75 × Q90
Estatística de Teste (F de Wald)	1,357	1,644	2,922	1,081
Valor p	0,132	0,035**	0,000***	0,364

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota: \*\*\* – Significante a 1%; \*\* – Significante a 5%.

Com base nos resultados da Tabela 4, optou-se por realizar as regressões quantílicas nos quantis 25, 50 e 75, uma vez que observou-se que os quantis 10 e 90 não geram coeficientes estatisticamente diferentes dos quantis 25 e 75, respectivamente. Junto com as regressões quantílicas, calculou-se uma regressão por MQO, para que fosse possível calcular o VIF, e averiguar possíveis problemas de multicolinearidade. Os resultados são apresentados na Tabela 4

Tabela 4 – Regressões quantílicas e MQO

	Q25	Q50	Q75	MQO	VIF
Intercepto	1,192	3,081***	5,823***	0,824	-
Tamanho	0,364***	0,221***	0,050	0,362***	1,418
Rentabilidade	-8,373***	-7,920***	-4,743**	-7,029***	1,101
Endividamento	-1,700**	-1,094**	-0,805	-2,092***	1,303
Crescimento das Vendas	-0,058	0,264	-0,037	0,030	1,097
Concentração de Propriedade	0,008	0,004	-0,004	0,009	1,154
Materiais Básicos	0,371	0,256*	0,183	1,205**	
Bens Industriais	-1,264**	-0,868	0,809	0,833	
Consumo Cíclico	-3,462***	-3,258***	-3,656***	-2,178***	
Consumo Não Cíclico	-2,661***	-2,708***	-2,912***	-1,410***	
Saúde	-3,150***	-2,807***	-3,568***	-1,937***	1,080
Financeiro	-7,788***	-7,542***	-6,661***	-6,208***	
Tecnologia da Informação	-4,010***	-3,723***	-2,380***	-2,087***	
Serviços de Comunicação	-5,903***	-5,952***	-5,769***	-4,893***	
Utilidade Pública	-3,551***	-2,489***	-0,103	-0,782	
<i>Dummies</i> para os anos	Sim	Sim	Sim	Sim	1,016
Pseudo-R <sup>2</sup>	0,473	0,490	0,465	-	
R <sup>2</sup>	-	-	-	0,617	
Teste F	-	-	-	26,805***	

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota: \*\*\* – Significante a 1%; \*\* – Significante a 5%; \* – Significante a 10%.

Para a variável Tamanho, observa-se que ela se mostrou positiva e significativa a 1%, nas regressões dos quantis 25 e 50, mas perde sua significância no percentil 75, indicando que esta variável exerce influência em menores níveis de quociente GHG/Receita, mas que em níveis maiores, o tamanho da empresa não é capaz de influenciar esta relação. Isso pode mostrar que em níveis mais elevados de GHG/Receita, o que corrobora os resultados obtidos na CART.

A variável de Rentabilidade apresenta-se negativa e significativa nas três regressões quantílicas, mas observa-se uma redução no valor do coeficiente. Mostra-se então que empresas mais rentáveis apresentam menor relação GHG/Receita, mas influência torna-se mais fraca em níveis maiores da variável dependente. Cabe destacar ainda que tal relação pode ser fruto do fato de que empresas que geram mais receita, têm maior probabilidade de serem mais rentáveis.

O Endividamento exerceu influência negativa e significativa nas regressões dos quantis 25 e 50, isto é, empresas menos endividadas têm uma relação GHG/Receita mais elevada. Assim como para o Tamanho, o Endividamento também não exerce influência significativa nos níveis mais elevados do quociente GHG/Receita. As demais variáveis quantitativas, Crescimento das Vendas e Concentração de Propriedade, não se mostraram significantes nas regressões realizadas.

Quanto aos setores, ao analisar a regressão no quantil 25, todos os setores, à exceção do de Materiais Básicos, têm relação GHG/Receita significativamente menor do que o setor de Energia, considerando um nível de significância de 1%. Para a regressão no quantil 50, todos os setores, à exceção dos de Materiais Básicos e Bens Industriais, novamente apresentam relação GHG/Receita significativamente menor, em relação ao setor de Energia, a um nível de 1%. Por fim, para a regressão no quantil 75, os setores de Materiais Básicos, Bens Industriais e Utilidade Pública não se diferenciam estatisticamente do setor de Energia, enquanto os demais setores tem relação GHG/Receita estatisticamente inferior, com um nível de significância de 1%.

Evidencia-se que este resultado corrobora com aquilo que é visto nos resultados das CART, que separa os setores de Energia, Materiais Básicos, Bens Industriais e Utilidade

Pública dos demais setores. Destaca-se ainda que o fato de o Setor ser a variável com maior importância tanto nas CART quanto no RF, também corrobora o resultado das regressões quantílicas, uma vez que, à medida que aumenta-se o quantil da regressão, as demais variáveis têm sua significância reduzida, enquanto as diferenças entre os setores permanecem estatisticamente significantes.

De modo geral, os resultados mostram que o tamanho da empresa afeta positivamente na relação GHG/Receita, mas que tal relação fica mais fraca nos quantis mais elevados de emissão. Já a rentabilidade, apresentou uma relação negativa e significativa nos três quantis em que foram realizadas as regressões. O endividamento, assim como a rentabilidade, mostrou uma relação negativa e significativa, mas, assim como o tamanho, a relação não se mostra significativa nos níveis mais altos de emissão de GHG. Quanto ao crescimento das vendas e à concentração de propriedade, as variáveis não se mostraram significantes em nenhuma das análises realizadas. Destaca-se ainda uma congruência entre os resultados da CART e da regressão quantílica, uma vez que a menor importância para a determinação do GHG/Receita na primeira técnica foi atribuída às variáveis de concentração de propriedade e crescimento das vendas, as quais também não se mostraram significantes na segunda análise.

## 5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, observa-se que as hipóteses  $H_2$  e  $H_6$  foram confirmadas, enquanto as demais hipóteses foram rejeitadas, com destaque para as hipóteses  $H_1$  e  $H_4$ , cujo resultado obtido foi contrário ao esperado. Deste modo, argumenta-se que o setor é, de fato, a característica mais importante para determinar o nível de emissão de GHG das empresas ( $H_6$ ), corroborando o pensamento de Hoffmann e Busch (2008), que propuseram a criação de quatro medidas diferentes para a avaliação do desempenho corporativo quanto à emissão de GHG, com o objetivo de capturar as diferentes dinâmicas setoriais que possam existir.

Quanto à hipótese  $H_1$ , esperava-se que maiores apresentassem uma melhor relação GHG/Receita devido ao maior impacto causado por suas atividades o que indicaria maiores e mais diversificadas pressões de diferentes *stakeholders*. No entanto o que se observou foi uma relação positiva entre o tamanho das empresas e sua relação GHG/Receita. Tal resultado pode ser visto de modo complementar a pesquisas como as de Amran, Periasamy e Zulkafli (2011), Choi, Lee e Psaros (2013) e Eleftheriadis e Anagnostopoulou (2015) que evidenciam uma maior divulgação das práticas de GHG em empresas maiores. Pode-se argumentar que uma maior pressão dos *stakeholders* é respondida por meio de uma melhor divulgação da emissão de GHG, mas não se converte em ações efetivas para uma maior eficiência nessa emissão.

Para a hipótese  $H_2$ , os resultados confirmam a hipótese de que empresas mais rentáveis são também aquelas com melhores relações entre GHG/Receita. Pode-se argumentar que empresas mais rentáveis são também aquelas com maiores níveis de receita, no entanto, ao se observar que não há significância estatística para a relação entre crescimento das vendas e a relação GHG/Receita, argumenta-se que de fato, conforme defendido por autores como Galani, Gravas e Stavropoulos (2012) e Lourenço e Branco (2013), empresas mais rentáveis têm melhor desempenho ambiental devido à maior disponibilidade de recursos para investir em questões desta natureza.

Já para a hipótese  $H_4$ , a relação observada também contraria o que se esperava, uma vez que se esperava que empresas mais endividadas, por estarem mais sujeitas a uma maior pressão de credores, ou ainda por terem menos recursos disponíveis, apresentassem uma maior relação de GHG/Receita. O resultado observado para os quantis Q25 e Q50 mostra que empresas mais endividadas têm, na verdade, uma maior eficiência na emissão de GHG. Tal resultado vai de encontro a pesquisas como as de Artiach et al. (2010), no âmbito internacional, e Soares et al.

(2018), no âmbito nacional, que mostram uma relação negativa entre o nível de endividamento das empresas e seu desempenho ambiental.

Esta pesquisa busca contribuir com um tema relevante como é o caso da mudança climática, abordando como as características das empresas podem influenciar seu nível de emissão de GHG. Evidencia-se, no entanto, como limitações à pesquisa realizada, o fato de ter sido incluído apenas as emissões diretas das empresas (escopo 1), devido à pouca disponibilidade de dados quanto aos escopos 2 e 3 (emissões indiretas). O fato de terem sido utilizadas apenas empresas de capital aberto também reduz de modo significativa a amostra da pesquisa, uma vez que boa parte das empresas no Programa Brasileiro GHG Protocol não se enquadra nesta modalidade. Apesar disso, tal redução faz-se necessária devido à disponibilidade das demais informações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMRAN, Azlan; PERIASAMY, Vinod; ZULKAFI, Abdul Hadi. Determinants of climate change disclosure by developed and emerging countries in Asia Pacific. **Sustainable Development**, v. 22, n. 3, p. 188-204, 2014.
- ARTIACH, T.; LEE, D.; NELSON, D.; WALKER, J. The determinants of corporate sustainability performance. **Accounting & Finance**, v. 50, p. 31-51, 2010.
- CHEN, B. et al. Decoupling analysis on energy consumption, embodied GHG emissions and economic growth—the case study of Macao. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 67, p. 662-672, 2017.
- CHIH, H.; CHIH, H.; CHEN, T. On the determinants of Corporate Social Responsibility: international evidence on the financial industry. **Journal of Business Ethics**, v. 93, p. 115-135, 2010.
- CHITHAMBO, Lyton. Firm characteristics and the voluntary disclosure of climate change and greenhouse gas emission information. **International Journal of energy and statistics**, v. 1, n. 03, p. 155-169, 2013.
- CHOI, Bo Bae; LEE, Doowon; PSAROS, Jim. An analysis of Australian company carbon emission disclosures. **Pacific Accounting Review**, v. 25, n. 1, p. 58-79, 2013.
- CLARKSON, Peter M. et al. Does it really pay to be green? Determinants and consequences of proactive environmental strategies. **Journal of Accounting and Public Policy**, v. 30, n. 2, p. 122-144, 2011.
- DODA, Baran et al. Are corporate carbon management practices reducing corporate carbon emissions? **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 23, n. 5, p. 257-270, 2016.
- ELEFThERIADIS, Iordanis M.; ANAGNOSTOPOULOU, Evgenia G. Relationship between corporate climate change disclosures and firm factors. **Business Strategy and the Environment**, v. 24, n. 8, p. 780-789, 2015.
- GALANI, Despina; GRAVAS, Efthymios; STAVROPOULOS, Antonios. Company characteristics and environmental policy. **Business Strategy and the Environment**, v. 21, n. 4, p. 236-247, 2012.
- GENUER, Robin; POGGI, Jean-Michel; TULEAU-MALOT, Christine. Variable selection using random forests. **Pattern Recognition Letters**, v. 31, n. 14, p. 2225-2236, 2010.

- GHOMI, Zahra Borghei; LEUNG, Philomena. An empirical analysis of the determinants of greenhouse gas voluntary disclosure in Australia. **Accounting and Finance Research**, v. 2, n.1, p. 110-127, 2013.
- HATAKEDA, Takashi et al. Factors influencing corporate environmental protection activities for greenhouse gas emission reductions: The relationship between environmental and financial performance. **Environmental and Resource Economics**, v. 53, n. 4, p. 455-481, 2012.
- KOENKER, Roger; BASSETT JR, Gilbert. Robust tests for heteroscedasticity based on regression quantiles. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 43-61, 1982.
- LEUNG, Zahra Borghei; GHOMI, Philomena. An empirical analysis of the determinants of greenhouse gas voluntary disclosure in Australia. **Accounting and Finance Research**, v. 2, n. 1, 2013.
- LOURENÇO, Isabel C.; BRANCO, Manuel Castelo. Determinants of corporate sustainability performance in emerging markets: the Brazilian case. **Journal of Cleaner Production**, v. 57, p. 134-141, 2013.
- PERLIN, Marcelo; KIRCH, Guilherme; VANCIN, Daniel. Accessing Financial Reports and Corporate Events with GetDFPdata. **SSRN 3128252**, 2018.
- PRADO-LORENZO, José-Manuel et al. Factors influencing the disclosure of greenhouse gas emissions in companies world-wide. **Management Decision**, v. 47, n. 7, p. 1133-1157, 2009.
- ROBERTS, R. W. Determinants of corporate social responsibility disclosure: an application of stakeholder theory. **Accounting, Organizations and Society**, v. 17, n. 6, p. 595-612, 1992.
- RUF, B. M.; MURALIDHAR, K.; BROWN, R. M.; JANNEY, J. J.; PAUL, K. (2001). An empirical investigation of the relationship between change in corporate social performance and financial performance: A stakeholder theory perspective. **Journal of Business Ethics**, v. 32, n. 2, p. 143-156, 2001.
- SOARES, Rômulo Alves et al. Determinantes institucionais do desempenho social corporativo: comparação entre empresas no Brasil e Canadá. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 12, n. 3, 2018.
- SOARES, Rômulo Alves; GONDIM, Clever de Souza; ROCHA, Alane Siqueira. Efeito da Idade, do Estado de Sobrevivência e da Proximidade à Morte nos Custos Assistenciais de uma Operadora de Planos de Saúde. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, v. 13, n. 3, 2018.
- ULLMANN, Arie A. Data in search of a theory: A critical examination of the relationships among social performance, social disclosure, and economic performance of US firms. **Academy of management review**, v. 10, n. 3, p. 540-557, 1985.
- WAHYUNI, Dina; RATNATUNGA, Janek. Carbon strategies and management practices in an uncertain carbonomic environment—lessons learned from the coal-face. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 397-406, 2015.
- WEINHOFER, Georg; HOFFMANN, Volker H. Mitigating climate change—how do corporate strategies differ?. **Business Strategy and the Environment**, v. 19, n. 2, p. 77-89, 2010.
- WICKERT, Christopher; SCHERER, Andreas Georg; SPENCE, Laura J. Walking and talking corporate social responsibility: Implications of firm size and organizational cost. **Journal of Management Studies**, v. 53, n. 7, p. 1169-1196, 2016.

YU, Tiffany Hui-Kuang; WANG, David Han-Min; WU, Kuo-Lun. Reexamining the red herring effect on healthcare expenditures. **Journal of Business Research**, v. 68, n. 4, p. 783-787, 2015.

YUNUS, Somaiya; ELIJIDO-TEN, Evangeline; ABHAYAWANSA, Subhash. Determinants of carbon management strategy adoption. **Managerial Auditing Journal**, v. 31, n. 2, p. 156-179, 2016.

ZIEGLER, Andreas; SCHRÖDER, Michael. What determines the inclusion in a sustainability stock index?: A panel data analysis for european firms. **Ecological Economics**, v. 69, n. 4, p. 848-856, 2010.