



**XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GIA/19

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO – XI

GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS – GIA

COMPARANDO OS DETERMINANTES DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NA AMÉRICA LATINA E EUROPA

Tatiana Bruce da Silva (*)
FGV Energia

Júlia Febraro
FGV Energia

RESUMO

A transição energética, através do aumento da participação das energias renováveis na matriz energética, vem acontecendo diferentemente no mundo. Neste estudo, investigamos quais fatores contribuem para que esse processo tenha se iniciado antes na Europa que na América Latina. Através de análise de regressão, utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários, encontramos que a transição energética começou nos anos 1990 na Europa, quando emissões de GEE promoveram o desenvolvimento das renováveis. Na década seguinte, segurança energética também determina a expansão renovável na Europa, enquanto um melhor ambiente econômico contribui para o desenvolvimento das renováveis na América Latina.

PALAVRAS-CHAVE

Transição Energética, Mudanças Climáticas, Desenvolvimento de Fontes Renováveis, Redução das emissões de GEE, Segurança Energética

1.0 - INTRODUÇÃO

Neste estudo, a fim de comparar a transição energética na América Latina e na Europa, analisamos os fatores que impulsionam o desenvolvimento das energias renováveis nos dois continentes através de dois períodos: 1990 a 2011 e 2000 a 2011, último ano de disponibilidade de dados para todos os países da nossa amostra. Consideramos estes dois períodos porque buscamos compreender se preocupações com as mudanças climáticas, bem como estabilidade econômica, desempenham um papel significativo no desenvolvimento das energias renováveis. Em relação ao primeiro fator, embora o aquecimento global e as mudanças climáticas já estivessem em discussão há algumas décadas, líderes mundiais começaram a agir para resolver essas questões na década de 1990 - a Conferência Rio 92 no Rio de Janeiro (1992) é frequentemente citada como um ponto de partida no esforço global contra as mudanças climáticas. A década de 1990 foi também um período de turbulência política e econômica em muitos países da América Latina e da Europa - o fim da URSS e sua influência na Europa, bem como o restabelecimento de regimes democráticos em muitos países latino-americanos. Assim, uma combinação de fatores políticos, econômicos e ambientais no início dos anos 90 permitiu que as energias renováveis se desenvolvessem a partir desse momento.

O desenvolvimento das energias renováveis também evoluiu de forma diferente de acordo com o mix energético existente em cada país. A Europa e a América Latina são bem diferentes nesse respeito. Além disso, também são observadas diferenças entre países em ambos os continentes. Na América Latina, por exemplo, o mix energético depende menos dos combustíveis fósseis do que na média global, colocando a região à frente na transição para uma economia de baixo carbono. Cerca de 70% da demanda energética da região vem de combustíveis fósseis, enquanto que a média mundial é de 82%. Este número cai para cerca de 60% se considerarmos apenas a geração de eletricidade, o que equivale a 73% da média global. A região também possui uma enorme disponibilidade e diversidade de recursos naturais, incluindo reservas de combustíveis fósseis e potencial eólico e solar. Além disso, a inserção de "novas energias renováveis" (solar, eólica e biomassa) e biocombustíveis no mix energético da região é muito diversificada entre os países. Brasil e México, por exemplo, têm um mix energético muito diferente. No Brasil, há uma forte participação de biocombustíveis e outras fontes renováveis, incluindo a geração hidrelétrica. No mix energético do México, por outro lado, o gás natural representa 43% do suprimento de energia no país. Na

(*) Praia de Botafogo, n° 210 – Cobertura 2 – CEP 22.250-145 Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Tel: (+55 21) 3799-6188 – Fax: (+55 21) 3799-6100 – Email: tatiana.bruce@fgv.br

Europa, quando comparamos Alemanha e o mix energético da França, podemos ver que a matriz da Alemanha é mais diversificada, enquanto que a França depende fortemente da energia nuclear (vide Figura 1).

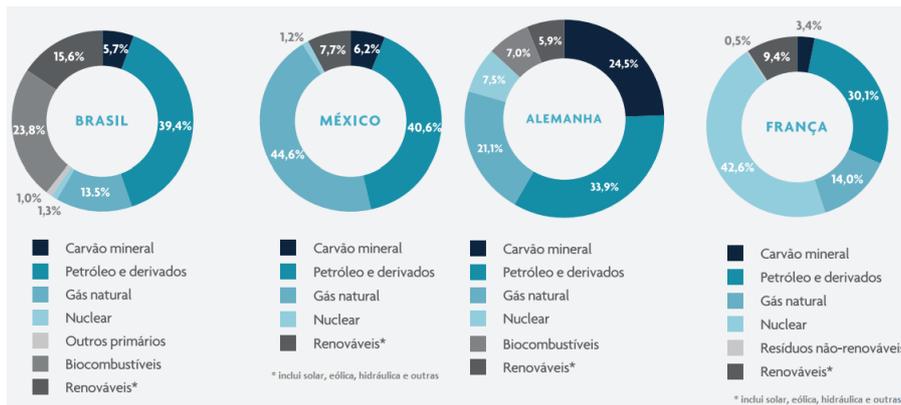


FIGURA 1 – Mix energético: Brasil (2015), México (2014), Alemanha (2014) e França (2014)¹

Em relação à geração de eletricidade (vide Figura 2), a Alemanha ainda é um país onde a geração térmica é predominante, com 34% de sua energia térmica derivada do carvão. O desafio é tornar a matriz alemã o mais limpa possível, reduzindo o carvão e priorizando a geração a gás natural. Isso já é o caso do México, que fornece a maior parte de suas usinas termelétricas com gás natural. O gás natural é uma melhor alternativa ao carvão, mas, ainda assim, esses países devem buscar fontes renováveis para diminuir suas emissões globais. O caso da França é diferente, com menos dependência da geração de energia térmica e uma participação significativa da energia nuclear na matriz de eletricidade. Resta saber, no entanto, se a sociedade francesa continuará a apoiar a energia nuclear ou não, como na Alemanha, onde os cidadãos consideram a geração de energia por fonte nuclear indesejável hoje em dia. Para o Brasil, por causa da participação da energia hidrelétrica no mix de eletricidade, este já é bastante limpo. Questões ambientais, no entanto, dificultam a expansão dessa fonte, sendo necessário que o país busque outros recursos renováveis para manter limpa sua matriz de energia.

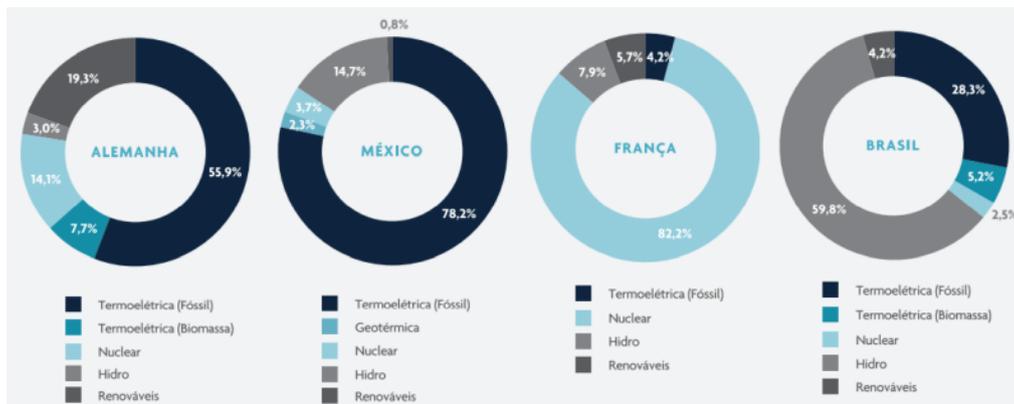


FIGURA 2 – Matriz elétrica: Alemanha, México, França e Brasil (2014)²

No restante desta seção, mostraremos como as energias renováveis e emissões têm evoluído recentemente no mundo. O desenvolvimento das energias renováveis indica que o planeta está passando por sua transição energética. Entretanto, a América Latina e a Europa enfrentam suas necessidades energéticas de formas distintas.

1.1 Desenvolvimento mundial recente das energias renováveis e evolução das emissões ligadas ao setor energético

Preocupações com as mudanças climáticas têm crescido em todo o mundo. Uma forma de medir esse crescimento é analisando o volume de investimentos recentes em energia limpa: em 2015, gastou-se duas vezes mais em energias renováveis que em geração de eletricidade a carvão e a gás (vide Figura 3). Não só os investimentos em energias renováveis vem aumentando, mas também aqueles relacionados com o setor petrolífero vêm diminuindo: em 2015, gastos no setor caíram 20% e especialistas esperavam uma diminuição também em 2016³.

¹ FGV Energia e Konrad Adenauer Stiftung, 2016.

² *Ibid.*

³ *Ibid.*

Preocupações com as mudanças climáticas também vem afetando as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Cada vez mais, países implementam medidas destinadas a reduzir as emissões que causam o aquecimento global. No entanto, para as economias em desenvolvimento que buscam crescimento econômico, o consumo de energia cresce com o aumento da atividade econômica. Portanto, a redução das emissões de GEE torna-se um problema dado que há grande disponibilidade de acesso a recursos energéticos mais baratos, principalmente combustíveis fósseis que poluem mais do que as energias renováveis.



FIGURA 3 – Investimento em capacidade instalada de eletricidade: renováveis, combustíveis fósseis e nuclear – 2008-2015, bilhões de US\$

Entretanto, este crescimento econômico desejado não precisa estar associado ao aumento das emissões de CO₂. Dados recentes divulgados pela Agência Internacional de Energia (IEA, vide Figura 4) mostram que o volume das emissões globais de CO₂ tem se mantido estável desde 2013, embora a economia mundial tenha crescido 2,6% em 2014 e 2,4% em 2015⁴ (estimativa). Estes dados foram principalmente influenciados pela diminuição das emissões dos Estados Unidos e da China, países cujas economias vem crescendo enquanto investem em energias renováveis e eficiência energética. Esta evidência é uma notícia muito promissora para a América Latina, porque mostra que é possível combinar crescimento econômico com a transição energética para uma matriz de baixo carbono⁵.

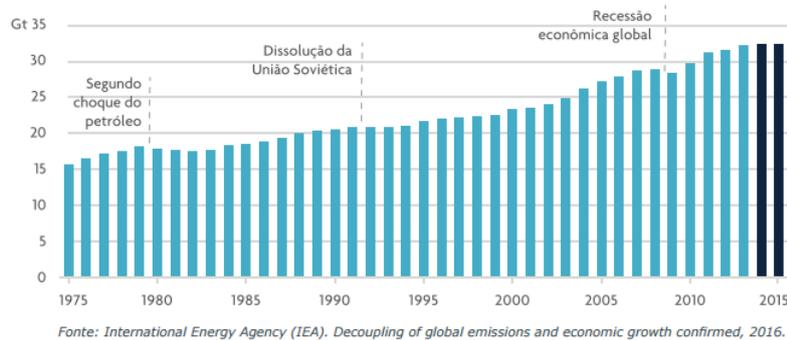


FIGURA 4 – Emissões globais de CO₂ ligadas à energia

1.2 Europa e América Latina: diferentes prioridades energéticas

Embora os países europeus enfrentem vários desafios políticos e econômicos, a busca da América Latina por estabilidade política e crescimento econômico pode ser ainda mais imperativa, afetando como e quando a transição energética se desenvolve nos países deste continente. O World Energy Issues Monitor (WEIM), um relatório publicado pelo Conselho Econômico Mundial com base em pesquisa realizada em 90 países, delinea as principais incertezas e ações prioritárias para o setor de energia em ambas as regiões. O relatório mostra que, para os países europeus, as prioridades energéticas concentraram-se em questões geopolíticas regionais, em detrimento de questões globais (vide Figura 5). As questões relacionadas com soluções tecnológicas e sistemas energéticos descentralizados (tecnologias de armazenamento, por exemplo) parecem ter mais relevância na Europa. O mesmo acontece com as questões climáticas e os compromissos do Acordo de Paris, celebrados na COP21, apesar das incertezas atuais sobre a implementação efetiva do Acordo e sua implicação prática para os governos e o setor privado. Os investimentos em projetos de eficiência energética e energias renováveis são vistos positivamente, especialmente devido à redução de custos.

⁴ World Bank, 2016.

⁵ Fonte: FGV Energia e Konrad Adenauer Stiftung, 2016.

Para a América Latina e o Caribe, as prioridades no setor de energia são um pouco diferentes (vide Figura 5). Este setor tem sido diretamente afetado por turbulências políticas e escândalos de corrupção em alguns países latino-americanos. Além disso, os baixos preços das commodities e a redução da sua demanda global resultam em dificuldades macroeconômicas, o que também afeta o desenvolvimento do setor energético. A capacidade de investimento na América Latina também é um problema: os governos nacionais estão sofrendo com capacidade reduzida para investir, aumentando assim a necessidade de atração de investimento estrangeiro. Outra questão na lista de incertezas críticas diz respeito ao nexo entre energia e água. Alguns países da região dependem fortemente da energia hidrelétrica. Como resultado, as políticas energéticas na região priorizam esta fonte energética e a vulnerabilidade aos ciclos hidrológicos aumenta. Por outro lado, os países latino-americanos estão menos preocupados com a interconexão entre países do que a Europa, o que pode ser explicado pelo contexto político complexo e pela ampla variabilidade de vários recursos naturais na região. Este cenário coloca os países da região em uma posição confortável em relação à segurança energética.

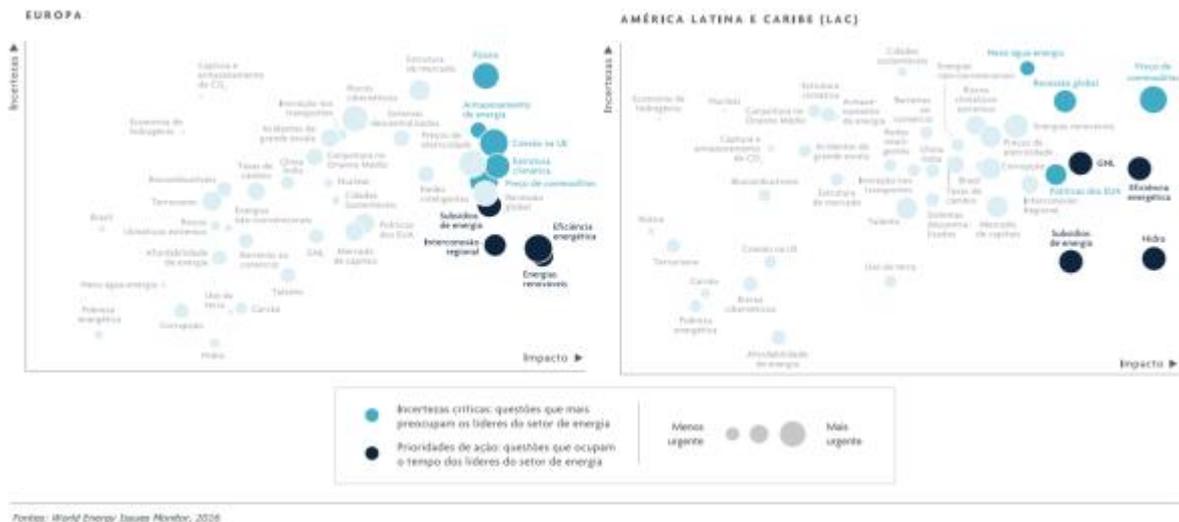


FIGURA 5 – Incertezas críticas e prioridades de ação para a Europa e América Latina e Caribe

Portanto, percebemos que questões macroeconômicas e políticas são mais urgentes nos países em desenvolvimento, o que faz com que suas prioridades energéticas e climáticas estejam fortemente ligadas à sua agenda de desenvolvimento econômico. As opiniões sobre a transição energética nos países desenvolvidos e em desenvolvimento são bastante diferentes. Considerando todos esses fatores, podemos ver que, embora a transição energética esteja acontecendo em todos esses países, ela não tem sido uniforme. Nosso objetivo é, portanto, tentar entender quais fatores contribuem para que a transição energética, através do desenvolvimento de energias renováveis, aconteça diferentemente nestes dois continentes.

2.0 - METODOLOGIA

Os países considerados neste estudo, determinados pela disponibilidade de dados, são, na Europa: Albânia, Áustria, Bielorrússia, Bélgica, Bulgária, Croácia, República Checa, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Macedônia, Moldávia, Holanda, Noruega, Polônia, Portugal, Romênia, Rússia, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Suécia, Suíça, Ucrânia e Reino Unido. Na América Latina, os países considerados são: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Equador, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Trinidad e Tobago, Uruguai e Venezuela.

Segundo a metodologia empregada por Aguirre e Ibikunle (2014), a variável dependente que utilizaríamos em nosso modelo seria a contribuição de fontes renováveis na oferta final de energia. Os referidos autores utilizaram informação dos Factbooks da OCDE, que contém dados para países da OCDE e BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul). Em nosso modelo, no entanto, precisamos dessas informações também para os demais países latino-americanos. Assim, utilizamos como variável dependente, em vez disso, a taxa de crescimento da contribuição do consumo de energia renovável no consumo total final de energia, a partir de dados do World Bank DataBank:

$$\text{Crescimento de renováveis } (\Delta R_i) = \frac{(\text{Consumo de renováveis})_t - (\text{Consumo de renováveis})_{t_0}}{(\text{Consumo de renováveis})_{t_0}} \quad (1)$$

Devido a perdas técnicas e não-técnicas, o consumo de energia não é equivalente à oferta de energia. Assim, para justificar nossa escolha de variável dependente, verificamos a correlação entre a variável contribuição das energias renováveis na oferta de energia, a partir da base de dados da OCDE, e a variável consumo de energia renovável, da base de dados do Banco Mundial, para alguns países selecionados (Áustria, Bélgica, Brasil, Chile, República

Checa, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, México, Holanda, Noruega, Polônia, Portugal, Rússia, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Suécia, Suíça, Reino Unido). Os resultados são mostrados na Tabela 1. Portanto, como as duas variáveis estão altamente correlacionadas, é possível utilizar consumo de energia renovável como variável dependente em nosso modelo de MQO.

Tabela 1 – Correlação de Pearson (ρ) entre oferta e consumo de energia para alguns países e anos

Ano	ρ
1990	0,982343
2010	0,951358
2011	0,964139
2012	0,969314

O que leva um país a investir em energia renovável? Aguirre e Ibikunle (2014) argumentam que, dentre outros fatores, preocupações ambientais devido ao aumento das emissões de GEE desempenham um papel significativo no crescimento das energias renováveis. Assim, espera-se uma relação positiva entre o desenvolvimento das energias renováveis e as emissões de GEE. Além disso, outros fatores podem influenciar o desenvolvimento das energias renováveis. Por exemplo, investimentos em infraestrutura, especialmente nas "novas" energias renováveis, como energia solar e eólica, exigem grandes volume de capital e um ambiente estável para investimentos. Portanto, a riqueza e a estabilidade institucional de um país podem contribuir ou dificultar o crescimento das energias renováveis, o que significa que quanto mais desenvolvido e rico for um país, maior será a possibilidade de desenvolvimento dessas fontes. Além disso, a segurança energética impulsiona o desenvolvimento das energias renováveis porque, uma vez que cada país é uma fonte de energia renovável (sol e vento, por exemplo), a necessidade de importar energia para satisfazer a demanda interna diminui. Dessa forma, quanto maior a quantidade de energia que um país precisa importar, maior o desenvolvimento de renováveis. Finalmente, a disponibilidade de recursos energéticos renováveis em um país pode contribuir para seu desenvolvimento. Examinamos, então, se os potenciais solares, eólicos e de biomassa, as chamadas "novas" energias renováveis, desempenham um papel no desenvolvimento das renováveis nos países da nossa amostra. Espera-se que eles tenham uma influência positiva neste desenvolvimento. Considerando essas variáveis, estimamos o seguinte modelo:

$$\Delta R_i = \alpha + \beta_{1,i}Y_{t_0,i} + \beta_{2,i}CO2_{t_0,i} + \beta_{3,i}M_{t_0,i} + \beta_{4,i}P_{t_0,i} + \beta_{5,i}solar + \beta_{6,i}wind + \beta_{7,i}bio + \varepsilon_i \quad (2)$$

Em que:

$Y_{t_0,i}$ = logaritmo natural do PIB per capita no período inicial

$CO2_{t_0,i}$ = logaritmo natural de emissões de dióxido de carbono no período inicial

$M_{t_0,i}$ = importação líquida de energia no período inicial

$P_{t_0,i}$ = ambiente político no período inicial

$solar$ = potencial solar

$wind$ = potencial eólico

bio = potencial de biomassa

A Equação 2 foi utilizada para ambos os modelos da América Latina e Europa, e para ambos os períodos considerados ($t_0 = 1990$ ou 2000 , $t = 2011$). Assim, foram estimadas quatro equações. A Tabela 2 descreve as variáveis acima.

Tabela 2 – Descrição das variáveis

$Y_{t_0,i}$	PIB per capita em t_0 1990 ou 2000	World Bank Databank
$CO2_{t_0,i}$	Emissões de CO ₂ em t_0 1990 ou 2000	World Bank Databank
$M_{t_0,i}$	Importação líquida de energia em t_0 1990 ou 2000	World Bank Databank
$P_{t_0,i}$	Combined Polity Score ⁶ em t_0 1990 ou 2000	Polity IV Project, University of Maryland
$solar$	Potencial total de energia solar anual (MWh/ano) ⁷	National Renewable Energy Laboratory, U.S. Department of Energy
$wind$	Horas de vento à carga total ⁸	National Renewable Energy Laboratory,

⁶ O Combined Polity Score é calculado subtraindo a pontuação das variáveis "AUTOC" (Autocracia institucionalizada) e "DEMOC" (democracia institucionalizada); A escala Polity unificada resultante varia de +10 (fortemente democrático) a -10 (fortemente autocrático). Para mais informações, vide: Marshall e Jaggers, 2002.

⁷ Os dados representam a energia solar potencial total por ano em função da superfície terrestre por classe solar (KWh/m²/dia). Cada classe solar correlaciona-se a um intervalo específico de 0,5 kWh/m²/dia. A energia é calculada multiplicando a terra produtiva pela classe, eficiência de conversão e número de dias por ano. Neste caso, foi utilizado um ano-calendário padrão de 365 dias. A taxa de eficiência de conversão aplicada foi de 10%.

⁸ Horas de Vento à Carga Total - área (km²), classes 3-7 a 50m. Número de horas por ano que o recurso eólico disponível permitiria que as turbinas operassem em plena capacidade.

		U.S. Department of Energy
<i>bio</i>	Produção de biomassa (TJ) ⁹	UN Energy Statistics Database

3.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 América Latina

A Tabela 3 abaixo lista os resultados para as regressões da América Latina. Descobrimos que, nos anos 2000, o PIB per capita explica fracamente a expansão das energias renováveis (com um nível de significância de 10%), o que implica que melhorias no ambiente econômico nos países da região contribuiu de alguma forma para o desenvolvimento das fontes renováveis. Depois de crescer a uma taxa per capita média anual de 0,3% durante 1980-2000, a região tem experimentado alguma melhoria econômica, com suas economias tendo um crescimento anual per capita de 1,9% durante 2000-2010¹⁰.

Tabela 3 – Resultados para as regressões da América Latina, período 1990-2011 e 2000-2011

Variável	1990-2011		2000-2011	
	Variável dependente: ΔR_i	$n = 22$	Variável dependente: ΔR_i	$n = 22$
	Coefficiente	Desvio Padrão	Coefficiente	Desvio Padrão
<i>Cons</i>	-1.172601	1.598883	-1.833493	0.9118716
<i>Y</i>	0.086962	0.2053526	0.222742*	0.1151659
<i>CO2</i>	-0.0592707	0.1347127	-0.207433**	0.0842381
<i>M</i>	0.0009335	0.0009488	0.0004515	0.0004672
<i>P</i>	0.0385357	0.0250517	0.0018214	0.0025673
<i>solar</i>	$4.78e^{-11}$	$4.79e^{-11}$	$-1.75e^{-12}$	$2.94e^{-11}$
<i>wind</i>	$-4.65e^{-07}$	$5.38e^{-07}$	$1.93e^{-07}$	$2.97e^{-07}$
<i>bio</i>	$9.14e^{-08}$	$4.66e^{-07}$	$-1.88e^{-07}$	$2.46e^{-07}$
R^2	0.2512	-	0.3978	-
<i>Adjusted R²</i>	-0.1232	-	0.0967	-
<i>Root MSE</i>	0.3304	-	0.19802	-

* Representa significância a 10%

** Representa significância a 5%

*** Representa significância a 1%

O fato de que os ambientes econômicos nos países latino-americanos considerados são tão diferentes pode ser indicativo da fraqueza deste resultado. Na nossa amostra, há países como o Brasil e México, grandes economias que experimentaram estabilidade e crescimento nos anos 2000. Igualmente, consideramos países menos desenvolvidos, como Nicarágua e Haiti. O diagrama de dispersão (ver Figura 6) ilustra a fraqueza desses resultados.

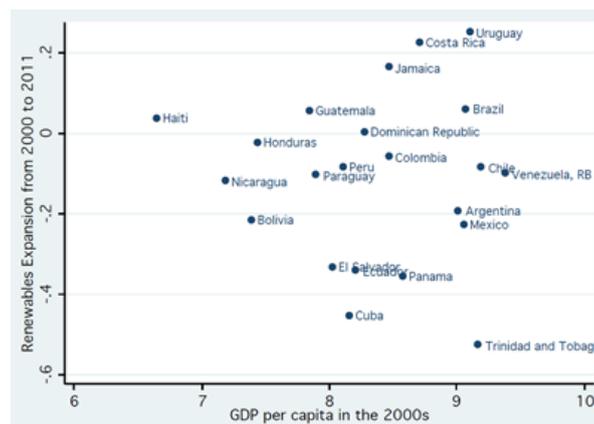


FIGURA 6 – Expansão das fontes renováveis e PIB per capita na década de 2000 na América Latina

Outra variável significativa é emissões de GEE. O modelo indica que a diminuição das emissões de GEE foi o fator que impulsionou a expansão das energias renováveis nos países da América Latina na década de 2000, resultado que vai contra a intuição que preocupações crescentes com as mudanças climáticas, representadas no

⁹ A biomassa é um organismo vivo, ou obtido recentemente de organismos vivos, excluindo material fossilizado ou parcialmente fossilizado, que pode ser encontrado nos seguintes estados: sólido (inclui lenha, carvão e agro combustíveis - bagaço, resíduos animais e outros resíduos de materiais vegetais); líquido (inclui lixívia e biocombustíveis líquidos - biogásolina, biodiesel e outros biocombustíveis líquidos); e gasoso (contém gás de aterro sanitário, gás de lodo de esgoto e outros biogases).

¹⁰Weisbrot e Ray, 2011.

crescimento das emissões de GEE, é um dos fatores que leva à expansão das renováveis. Esse resultado, no entanto, deve ser visto com ceticismo: ao se analisar o diagrama de dispersão (vide Figura 7) entre expansão das energias renováveis e emissões de GEE sem considerar outliers como Haiti e Trinidad e Tobago, as emissões não conseguem mais explicar o crescimento das renováveis. Este resultado está alinhado com as políticas ambientais dos países latino-americanos neste período, que eram tímidas ou, às vezes, inexistentes¹¹.

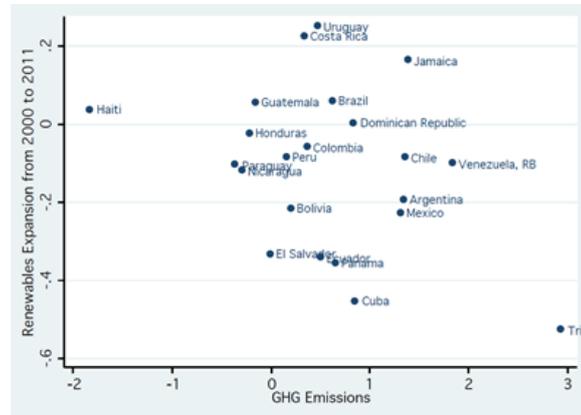


FIGURA 7 – Expansão das fontes renováveis e emissões de GEE nos anos 2000 na América Latina

Na década de 1990, por sua vez, esses dois fatores, PIB e emissões de GEE, não foram significativos para a expansão das energias renováveis, um período turbulento para as economias da América Latina além de ser um período em que as mudanças climáticas e sua principal política de mitigação, a redução das emissões de GEE, não era difundida ainda ou colocada em prática.

Portanto, as décadas de 1990 e 2000 foram um período de ajuste na maioria dos países latino-americanos, em que as condições econômicas melhoraram e os governos começaram a buscar políticas que não a estabilização macroeconômica. O crescimento econômico experimentado também deve ter contribuído para a diversificação das políticas energéticas dessas nações dado que mais energia era necessária para continuar promovendo o desenvolvimento. Nossos resultados também mostram, no entanto, que não foi devido a preocupações ambientais que as energias renováveis foram desenvolvidas em alguns países latino-americanos durante a década de 2000. Uma análise futura, olhando para a década seguinte, pode confirmar se esses resultados mudam ou se tornam mais fortes, ou seja, se as preocupações ambientais se tornam um estímulo para a expansão das energias renováveis e se o crescimento econômico se torna mais responsável por ela.

3.2 Europa

Para a Europa, a variável que impulsiona a expansão das energias renováveis desde a década de 1990 é emissões de GEE (vide Tabela 4). A partir da década de 2000, preocupações com segurança energética, representadas pelo aumento da importação de fontes de energia, também se tornaram um fator que contribuiu para essa expansão.

Tabela 4 – Resultados para as regressões da Europa, períodos 1990-2011 e 2000-2011

Variável	1990-2011		2000-2011	
	Variável dependente: ΔR_i	$n = 34$	Variável dependente: ΔR_i	$n = 34$
	Coefficiente	Desvio Padrão	Coefficiente	Desvio Padrão
<i>Cons</i>	14.68299***	3.343213	0.50101	1.654363
<i>Y</i>	-1.979666***	0.4254881	-0.1611678	0.241588
<i>CO2</i>	2.777953***	0.728256	0.7597215**	0.359238
<i>M</i>	0.0057639	0.0048352	0.003411**	0.0016075
<i>P</i>	0.1003504	0.1348708	0.0328568	0.0597172
<i>solar</i>	$-8.14e^{-10^*}$	$4.05e^{-10}$	$-4.15e^{-10^*}$	$2.16e^{-10}$
<i>wind</i>	0.0000183 [†]	0.0000105	0.0000107[†]	$5.51e^{-06}$
<i>bio</i>	$-1.08e^{-06}$	$3.75e^{-06}$	$-1.28e^{-06}$	$1.91e^{-06}$
<i>R²</i>	0.6139	-	0.3380	-
<i>Adjusted R²</i>	0.5099	-	0.1598	-
<i>Root MSE</i>	1.6517	-	0.84254	-

* Representa significância a 10%

** Representa significância a 5%

¹¹ Para mais informações sobre esta discussão, vide: “Uma análise comparativa da transição energética na América Latina e Europa”, FGV Energia e Konrad Adenauer Stiftung, 2016.

*** Representa significância a 1%

A atividade econômica não é uma variável que explica o desenvolvimento de energias renováveis na década de 1990. Este resultado vai contra evidências existentes na literatura de que a expansão do PIB e o desenvolvimento das energias renováveis estão positivamente correlacionados. A explicação para esse resultado pode estar no fato de que, durante a década de 1990, a população dos antigos países comunistas, onde a demanda dos consumidores havia sido restringida por décadas, finalmente conseguiu adquirir bens e serviços estrangeiros sem restrições. Como resultado, as economias destes países se desenvolveram e seu consumo de energia cresceu consideravelmente para satisfazer sua demanda interna e, muito provavelmente, as fontes energéticas consumidas foram as mais baratas. O desenvolvimento de energias renováveis, que na época não era competitivo em termos de custos, foi colocado de lado. Em contraste, nos anos 2000, quando esses países ex-comunistas não estavam crescendo e consumindo tanto, e quando as energias renováveis começaram a se tornar mais competitivas em termos de custos, a relação negativa entre PIB e desenvolvimento das renováveis não é mais significativa, como em Aguirre e Ibikunle (2014). De fato, uma vez que esses países ex-comunistas não são considerados, a relação PIB-crescimento das renováveis torna-se inexistente, como pode ser visto na Tabela 5 abaixo. Em contraste, na América Latina, onde não ocorreu qualquer transição entre economias comunistas e de mercado, a expansão do PIB e o desenvolvimento das energias renováveis na década de 2000 estão positivamente correlacionados.

Tabela 5 – Resultados para a regressão da Europa, período 1990-2011, para países ex-comunistas

Variável dependente: ΔR_i		$n = 17$
Variável	Coefficiente	Desvio Padrão
<i>Cons</i>	30.24272	32.74757
<i>Y</i>	-1.443553	1.359034
<i>CO2</i>	2.1857	1.316502
<i>M</i>	0.0071571	0.0055346
<i>P</i>	-1.8792	2.968143
<i>solar</i>	$5.44e^{-09}$	$1.62e^{-09}$
<i>wind</i>	0.0000183	0.0000109
<i>bio</i>	$-8.88e^{-09}$	$9.06e^{-09}$
R^2	0.5032	-
<i>Adjusted R²</i>	0.1167	-
<i>Root MSE</i>	1.558	-

* Representa significância a 10%
 ** Representa significância a 5%
 *** Representa significância a 1%

Além desses fatores, as variáveis de potencial local para geração de energia solar e eólica na Europa foram significativas, mas os seus coeficientes são demasiado pequenos para serem considerados (vide Tabela 4). Novamente, uma análise levando em conta o desenvolvimento de fontes renováveis na década seguinte poderia informar se esses resultados se fortalecem ou mudam.

4.0 - CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo compreender quais são os fatores que impulsionam a transição para uma economia de baixo carbono através do desenvolvimento de energias renováveis na América Latina e na Europa. Encontramos evidências de que, na Europa, preocupações ambientais, bem como a necessidade de maior independência energética, têm contribuído para o desenvolvimento das fontes renováveis. Na América Latina, essas preocupações ainda não existem, mas o crescimento econômico experimentado na década de 2000 permitiu que os países da região comessem a investir em fontes renováveis. Portanto, a transição energética começou mais cedo na Europa, enquanto que a América Latina está lentamente iniciando esse processo.

Este estudo pode ser expandido de várias maneiras. Primeiro, o tamanho da amostra não é muito extenso. Em segundo lugar, analisamos apenas um período por vez e usamos dados agregados por país. A adição de mais observações e uma análise de séries temporais melhorariam o estudo. Além disso, a adição de outros países, regiões e regiões dentro de um país à nossa base de dados pode nos dar informações importantes sobre como e desde quando a transição energética está acontecendo em todo o mundo (por exemplo, como e se os choques do petróleo nos anos 1970 contribuíram para o desenvolvimento de fontes renováveis). Finalmente, podemos também analisar o desenvolvimento das energias renováveis na presente década, que tem registrado um forte crescimento na sua expansão e na evolução de políticas ambientais. Em conclusão, a compreensão das variáveis que impulsionam a transição energética pode servir como uma ferramenta importante no combate às mudanças climáticas.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) AGUIRRE, M.; IBIKUNLE, G. (2014). Determinants of renewable energy growth: A global sample analysis. *Energy Policy*, Vol. 69: pp. 374-384.

- (2) FGV ENERGIA; KONRAD ADENAUER STIFTUNG. (2016). A comparative analysis of energy transition in Latin America and Europe.
- (3) INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2016). Decoupling of global emissions and economic growth confirmed.
- (4) MARSHALL, M. G.; JAGGERS, K. (2002). Polity IV Project: Political Regime Characteristics and Transitions, 1800-2002, Dataset Users' Manual. University of Maryland.
- (5) UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE (2016). Global Trends in Renewable Energy Investment.
- (6) WEISBROT, M.; RAY, R. (2011). The Scorecard on Development, 1960-2010: Closing the Gap? DESA Working Paper No. 106.
- (7) WORLD BANK (2016). Global Economic Prospects: Divergences and Risks.
- (8) WORLD ENERGY COUNCIL (2016). World Energy Issues Monitor.

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



- Nome: Tatiana de Fátima Bruce da Silva (autor principal)
- Local e ano de nascimento: Brasília, DF, 1983
- Local e ano de graduação/pós-graduação: Graduação em Economia, UFPE, 2005; Mestrado em Administração Pública, UPENN, EUA, 2010; Especialização em Crescimento e Desenvolvimento Econômico, UPENN, EUA, 2010.
- Experiência profissional: Pesquisadora em recursos energéticos distribuídos, smart grids, veículos elétricos, fontes renováveis, royalties, integração e transição energética. Publicações: A "Uberização" do Setor de Energia Elétrica, Conjuntura Econômica, 03/2016, com L. Hollanda; Recursos Energéticos Distribuídos, Cadernos FGV Energia, 2016, com L. Hollanda et al.; Uma análise comparativa da transição energética na América Latina e Europa, White Paper FGV Energia, 2016, com KAS et al.; Distributed Generation and the rise of the Brazilian Prosumer, Brazil Business Brief, Vol. 19, Num. 56, 09/2016; Fórum Nacional de Energia, Cadernos FGV Energia, 2016, com B. Moreno, et al.

- Nome: Júlia Febraro França Gomes da Silva
- Local e ano de nascimento: Rio de Janeiro, RJ, 1994
- Local e ano de graduação / pós-graduação: Graduação em Economia, UFRJ, 2017.
- Experiência profissional: Pesquisadora em petróleo e gás, royalties, veículos elétricos, fontes renováveis, integração e transição energética, política energética dos EUA. Publicações: Uma análise comparativa da transição energética na América Latina e Europa, White Paper FGV Energia, 2016, com KAS et al.; Fórum Nacional de Energia, Cadernos FGV Energia, 2016, com B. Moreno, et al.