

## Dinâmicas emergéticas da energia em América Latina: desafios para a planificação estratégica do território

Marlei Roling Scariot<sup>1</sup>  
James Humberto Zomighani Junior<sup>2</sup>

**Resumen:** Este artículo analiza las dinámicas energéticas de América Latina desde una perspectiva interdisciplinaria. Utiliza la metodología de la emergencia, asociada al análisis geográfico, para evaluar la producción, el consumo, la importación y la exportación de energía. Los resultados muestran que las métricas de emergencia revelan disparidades no visibles en los análisis convencionales, lo que indica desafíos tanto en la gestión eficiente de los recursos como en la superación de las desigualdades territoriales. Este estudio enfatiza que, aunque muchos países presentan superávits de producción, la apropiación interna de la energía de alta calidad es limitada, lo que refuerza la pobreza energética en parte de la población. También evidencia que la transición energética, a lo largo de una década, avanza lentamente y mantiene una fuerte dependencia de fuentes no renovables, como lo demuestra la crisis hídrica en Brasil. Se concluye que políticas de autonomía energética, basadas en el potencial local y en el uso de la emergencia como métrica estratégica, son esenciales para una mayor equidad y soberanía regional.

**Palabras-clave:** energía; usos del territorio; desigualdades espaciales; mapa de la pobreza energética; cartografía de los usos de la energía.

## Dinâmicas emergéticas da energia na América Latina: desafios para um planejamento territorial estratégico

**Resumo:** Este artigo analisa as dinâmicas energéticas da América Latina sob uma perspectiva interdisciplinar. Utiliza a metodologia da emergência, associada à análise geográfica, para avaliar produção, consumo, importação e exportação de energia. Os resultados mostram que as métricas de emergência revelam disparidades não visíveis nas análises convencionais, indicando desafios tanto na gestão eficiente dos recursos quanto no enfrentamento das desigualdades territoriais. Este estudo enfatiza que, embora muitos países apresentem superávits de produção, a apropriação interna da energia de alta qualidade é limitada, o que reforça a pobreza energética em parte da população. Também evidencia que a transição energética, ao longo de uma década, ocorre de forma lenta, com forte dependência de fontes não renováveis, como demonstrado pela crise hídrica no Brasil. Conclui-se que políticas de autonomia energética, baseadas no potencial local e no uso da emergência como métrica estratégica, são essenciais para maior equidade e soberania regional.

**Palavras-chave:** energia; usos do território; desigualdades espaciais; pobreza energética; cartografia dos usos da energia.

## Emergy dynamics of energy in Latin America: challenges for strategic territorial planning

**Abstract:** This article analyzes the energy dynamics of Latin America from an interdisciplinary perspective. It applies the emergy methodology, combined with geographical analysis, to assess energy production, consumption, imports, and exports. The results show that emergy metrics reveal disparities not visible in conventional analyses, indicating challenges both in the efficient management of resources and in addressing territorial inequalities. This study emphasizes that, although many countries present production surpluses, the internal appropriation of high-quality energy is limited, reinforcing energy poverty among parts of the population. It also highlights that the energy transition over the past decade has been slow, with a strong dependence on non-renewable sources, as evidenced by the water crisis in Brazil. The study concludes that energy autonomy policies, based on local potential and the adoption of emergy as a strategic metric, are essential to achieving greater equity and regional sovereignty.

**Keywords:** emergy; uses of the territory; spatial inequalities; energy poverty map; cartography of energy uses.



**Como citar este artículo:** Scariot, M. & Zomighani Jr. J. (2026). Dinâmicas emergéticas da energia na América Latina: desafios para um planejamento territorial estratégico. *PatryTer – Revista Latinoamericana e Caribenha de Geografia e Humanidades*, 9(17), e54646. <https://doi.org/10.26512/patryter.v9i17.54646>.

**Recibido:** 04 de febrero de 2025. **Aceptado:** 13 de abril de 2025. **Publicado:** 01 de enero de 2026.

<sup>1</sup> Professora da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). ORCID: <https://orcid.org/000-0002-7774-4070>. E-mail: [marlei.scariot@unila.edu.br](mailto:marlei.scariot@unila.edu.br).

<sup>2</sup> Professor da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3466-8792>. E-mail: [james.junior@unila.edu.br](mailto:james.junior@unila.edu.br).

## 1. Introducción<sup>i</sup>

El mundo está experimentando un período de transición energética de fuentes no renovables a fuentes renovables, y América Latina y el Caribe (ALC) ocupan un lugar relevante en la arena de disputas políticas inherentes a estos periodos de transición<sup>ii</sup> (Wang, Du & Yang, 2021).

Para una comprensión más precisa de la situación actual en la ALC, resulta imperativo explorar variables y métodos que permitan diagnosticar la realidad energética, especialmente en un contexto marcado por considerables desigualdades socioespaciales, como es característico de la región.

El concepto de emergencia ofrece una herramienta valiosa para profundizar en la comprensión de este proceso de transición energética, con contribuciones sustanciales de estudios previos (Brown & Ulgiati, 2002; Caruso, Catenacci, Marchettini, Principi, & Tiezzi, 2001; Le Corre, 2016; Pereira & Ortega, 2010; Zhang, Asutosh & Zhang, 2022). Estas aplicaciones utilizan la metodología de emergencia y proporcionan información que arroja luz sobre los desafíos y oportunidades que enfrenta la ALC en este camino hacia un suministro energético más equitativo, sostenible y soberano<sup>iii</sup>.

La calidad de la energía, medida por el concepto de emergencia, es un factor determinante en la evaluación de la producción, consumo, importación y exportación de energía, así como en el análisis de la renovabilidad y sostenibilidad de un sistema. Al mapear estas variables a través de representaciones cartográficas, revelamos información geográfica que es exclusiva de la espacialización de los datos. Esto nos permite cuantificar y visualizar de manera integral las complejas dinámicas de la calidad energética en la ALC, así como los usos del territorio que contribuyen a la constitución de la geografía interna de los países, lo que a su vez influye en algunas de las causas de las variables analizadas en los mapas.

En este contexto es fundamental explicar qué es la emergencia. La emergencia puede entenderse como la "memoria energética" que se ha degradado en un proceso de transformación donde la energía de una forma se ha convertido en energía de otra forma. La emergencia se mide en la unidad de eMjoules, que es una unidad que hace referencia a la energía consumida disponible en las transformaciones (Odum, 2002). Esta medida ayuda a capturar la complejidad de la transformación de la energía en un contexto que va más allá de las mediciones convencionales de energía.

Dentro de este contexto de análisis, la emergencia (con "M") evalúa el trabajo previamente desarrollado para elaborar un producto o un servicio, en otras palabras, la emergencia sería la suma de la energía de la biosfera utilizada para producir bienes y servicios (Brown, 1998). Desde esta perspectiva, se convierte en un concepto fundamental para la utilización en la planificación económica, energética y territorial de los países de la región.

El concepto de emergencia ya ha sido utilizado en varios trabajos en el área de planificación, como el trabajo de Wang et al. (2021), que propone un modelo de planificación de sistema integrado de energía respaldado en la emergencia para evaluar el desempeño ambiental, económico y social de un sistema Chino; Rydberg, Bergquist & Berg (2017) realizan un análisis de sistemas urbanos y propone una transición sostenible en diferentes niveles en la sociedad, así como Kennedy, Pincetl & Bunje (2011) e Zhang, Yang & Yu (2009), que analizan el metabolismo urbano de ciudades.

En el caso de las ciudades, este concepto puede volverse cada vez más relevante, considerando que la urbanización acelerada está cada vez más relacionada con el aumento en el consumo y transformación de fuentes de energía en sus diferentes formas. Esto ocurre tanto por el crecimiento o la transformación de ciudades ya existentes, lo que promueve mayores desafíos para la contabilidad de la energía en este proceso que involucra a las ciudades, así como por los desafíos impuestos por la transición energética, a la cual dedicaremos una sección más adelante<sup>iv</sup>.

Lo mismo ocurre con la transformación en los usos de la energía en el campo, a pesar de que las mayores tasas de consumo de energía se encuentran en áreas urbanas. En particular, en las zonas más industrializadas, resultado de las formas en que los sistemas de ingeniería evolucionan con la historia, expresando como "dentro de la naturaleza modificada por el hombre, los niveles de organización son tan diversos como los niveles de humanización de la naturaleza" (Santos, 1994, p. 79-80).

Según Santos (1975) la necesidad y la protección de los recursos naturales y energéticos de un país podrían interpretarse en el contexto del subimperialismo y de la dependencia económica. El autor sostiene que el Estado desempeña un papel fundamental en la regulación de intereses diversos y en la protección de las necesidades del sistema económico internacional, que a menudo prevalecen sobre las demandas locales, como la preservación de los recursos naturales y energéticos. El análisis del autor ayuda a revelar cómo la intensificación de la

explotación de los recursos naturales y energéticos se ve a menudo exacerbada por la dependencia de las naciones respecto a las potencias extranjeras. Esta dependencia cede el paso a intereses externos, mientras que las preocupaciones ecológicas y el bienestar de las comunidades locales quedan relegados a un segundo plano, poniendo en peligro la integridad de los ecosistemas y la calidad de vida de la población.

Los valores en emergia desempeñan un papel crucial al analizar y elucidar los peligros geopolíticos y la vulnerabilidad de las naciones en relación con el valor real de los déficits y superávits resultantes de la producción, consumo, importación y exportación de diversas fuentes de energía por parte de los países en la ALC, lo que implica una economía política de la energía dentro de las disputas geopolíticas tradicionales<sup>v</sup> (Giblin, 2014).

El aumento en el consumo de energía eléctrica y la limitación de su producción a partir de fuentes renovables señalan dificultades para mantener el suministro de energía si el panorama actual no se transforma (Dias & Longo, 2018).

En el contexto de la ALC, retomando una enseñanza de Max Sorre (1948) de las primeras décadas del siglo XX, se vuelve evidente la creciente necesidad de una nueva economía política de la energía.

Sin embargo, se profundiza una contradicción con el desarrollo técnico y el mayor conocimiento de los sistemas naturales disponibles en forma de recursos económicos. Para ese autor, "los hombres quedan divididos entre dos sentimientos: el orgullo de su poder, que los incita a ser despreocupados, y el miedo de agotar tesoros cuyos límites desconocen. Este segundo sentimiento da origen a la tendencia de economizar energía, lo que, en el ámbito intelectual, corresponde a una necesidad del espíritu." (Max Sorre, 1948, p. 344). Esta tensión entre la explotación y la conservación de los recursos energéticos sigue siendo relevante hoy en día, especialmente a la luz del desarrollo técnico y el mayor conocimiento de los sistemas naturales disponibles como recursos económicos.

Para abordar esa compleja relación entre los sistemas político-económicos y la renovabilidad de los sistemas naturales, es importante también entender el concepto de transformidad. La transformidad es una medida de eficiencia del sistema analizado y se utiliza para convertir diferentes tipos de energía en la misma unidad de emergia, conocimiento fundamental para una eficaz nueva economía política de la energía en la ALC.

La transformidad se obtiene dividiendo la emergia total utilizada por la energía que fue producida (Brown & Ulgiati, 2004). La

transformidad nos indica cuánta de la energía total invertida para producir algo se convirtió en energía. Cuanto menor sea la transformidad, mayor será la eficiencia del sistema.

La calidad expresada por el concepto de emergia está relacionada con el concepto de valor, el cual tiene diversas definiciones posibles y también está presente en la definición de emergia. El concepto de valor puede no estar relacionado con el valor de uso, sino más bien con el trabajo requerido para producir una mercancía, o el concepto de valor puede estar basado en cuánto un bien es demandado por los consumidores, siendo su precio mayor cuanto más escaso sea. O también que diferentes calidades de trabajo pueden incorporar diferentes cantidades de valor en las mercancías.

Hay muchas formas de interpretar el valor y el concepto de emergia inserta los recursos ambientales en la definición del valor. La naturaleza ha realizado o realiza trabajo para producir un determinado recurso y este trabajo tiene un valor agregado, ya que muchas de las condiciones en las que estos recursos fueron generados son únicas en la historia evolutiva del planeta y requerirían una cantidad incalculable de energía, así como de trabajo humano, para ser reproducidas actualmente.

Diferentes formas de energía tienen posibilidades distintas de producir trabajo. Un joule de carbón es muy diferente de un joule de energía eléctrica, por ejemplo, y se puede afirmar que la calidad de estas energías es diferente. Sin embargo, la medida de la energía en joules no puede hacer esta distinción. El valor de un determinado bien o servicio puede evaluarse considerando su calidad, y la emergia es una forma de medir esta calidad intrínseca.

Este trabajo tiene como objetivo mostrar las diferencias entre un análisis basado en la energía y en la emergia, el potencial revelador de la variable emergia, además de demostrar que la emergia es una variable estratégica para considerar en análisis territoriales y en la planificación de las políticas energéticas de las naciones.

## 2. Metodología

En este estudio se utilizaron datos primarios proporcionados por el sistema de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)<sup>vi</sup>, que recopila y compila información de todos los países de la ALC a lo largo de muchas décadas. Estos datos abarcan todas las fuentes de energía producidas, consumidas, importadas y exportadas por dichas naciones. El análisis geográfico que siguió, en algunos casos, sirvió para

profundizar la comprensión sobre la realidad energética de los países.

Para la aplicación de la metodología de Contabilidad en emergencia es necesario conocer el concepto de transformidad (Tr), que es un índice emergético que evalúa la eficiencia del sistema en estudio, ya que es resultado de la división de la emergencia total utilizada por la energía producida.

La transformidad se mide en julios solares por julio (sej/J-1) y se utiliza para convertir diferentes tipos de energía en la misma unidad de emergencia. Para calcular la emergencia de diferentes fuentes de energía, se pueden utilizar las transformidades disponibles en diferentes trabajos en la literatura. A partir de los datos de las transformidades de cada fuente de energía (tabla 1), se calculó la emergencia por país. Se evaluaron los datos para 27 países pertenecientes a ALC.

Los análisis serán desglosados en diferentes partes. La primera ilustra las diferencias de los resultados de emergencia cuando se comparan con la producción y el consumo de energía. Los análisis

continúan abordando la transición energética a lo largo de una década (2010-2020). Posteriormente, se presentarán las implicaciones de la dependencia externa y la falta de planificación, ejemplificadas por el perfil energético de Brasil, entre otros ejemplos de la ALC. Por último, se presenta el mapeo y análisis del superávit productivo y flujo de riquezas en la región.

La estructura de los sistemas energéticos de cada país es el resultado de la actual división territorial del trabajo en América Latina, consecuencia de divisiones anteriores, lo que significa que las formas geográficas heredadas, o «rugosidades», tienen un impacto en la organización social y territorial contemporánea (Souza, 2019). Esta herencia territorial puede perpetuar las desigualdades espaciales e influir en la distribución de los recursos y servicios dependientes de la energía, afectando directamente a las condiciones de vida de las personas.

**Tabla 1**  
Transformidades utilizadas en el cálculo de las emergencias de la Figura 1

| Fuentes primarias                     | Transformidad (sej/J) | Referencia                                      |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|
| Petróleo                              | 54200                 | (Bastianoni et al., 2005)                       |
| Gas natural                           | 43500                 | (Bastianoni et al., 2005)                       |
| Carbón mineral                        | 67000                 | (Brown & Ulgiati, 2004)                         |
| Hydroenergía                          | 112000                | (Häyhä et al., 2011)                            |
| Geotermia                             | 147000                | (Brown & Ulgiati, 2002)                         |
| Nuclear                               | 336000                | (Häyhä et al., 2011)                            |
| Leña                                  | 16100                 | (Brown, 2001)                                   |
| <b>Caña de azúcar y derivados</b>     | 48700                 | (Pereira & Ortega, 2010)                        |
| Otras primarias                       | 103062,5              | media simple de las otras fuentes               |
| <b>Fuentes secundarias</b>            |                       |                                                 |
| Electricidad                          | 371000                | (Caruso et al., 2001) y (Brown & Ulgiati, 2002) |
| Gas licuado de petróleo               | 65116,3               | (Bastianoni et al., 2005)                       |
| Gasolina/alcohol                      |                       |                                                 |
| Gasolina                              | 65237                 | (Bastianoni et al., 2005)                       |
| Ethanol                               | 48700                 | (Pereira & Ortega, 2010)                        |
| Kerosene/jet fuel – Aviation Gasoline | 65079,4               | (Bastianoni et al., 2005)                       |
| Diésel oil                            | 65116,3               | (Bastianoni et al., 2005)                       |
| Fuel oil                              | 65099                 | (Bastianoni et al., 2005)                       |
| Coque                                 | 65230,8               | (Bastianoni et al., 2005)                       |
| Carbón vegetal                        | 106000                | (Le Corre, 2016)                                |
| Gases                                 | 65252,5               | (Bastianoni et al., 2005)                       |
| Otras secundarias                     | 98183,1               | media simple de las otras fuentes               |

**Tabla 2**  
Transformidades utilizadas en los cálculos de las emergias de la Figura 4

| Fontes primárias     | Transformidades (sej/J) | Referência              |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Termica no renovable | 678000                  | (Brown et al., 2012)    |
| Hidroenergia         | 112000                  | (Häyhä et al., 2011)    |
| Geotermia            | 147000                  | (Brown & Ulgiati, 2002) |
| Nuclear              | 336000                  | (Häyhä et al., 2011)    |
| Eolica               | 18900                   | (Häyhä et al., 2011)    |
| Solar                | 89200                   | (Paoli et al., 2008)    |
| Termica Renovable    | 119000                  | (Ometto et al., 2007)   |
| Otras                | 103062,5                | Tabla 1                 |

El análisis de Santos (2004) sobre los dos circuitos de la economía urbana también revela que el circuito superior, caracterizado por su modernización y eficiencia, utiliza tecnologías y métodos de producción avanzados, con una infraestructura robusta que facilita la generación y distribución de energía a gran escala. Este circuito está dominado por grandes empresas que operan en mercados globales, lo que se traduce en patrones de consumo elevados y un estilo de vida moderno.

Por el contrario, el circuito inferior opera de forma más segmentada e informal, con actividades económicas basadas en la subsistencia y una producción energética menos eficiente, dependiente de fuentes convencionales y contaminantes. La informalidad y precariedad de las condiciones de generación de energía en este circuito contribuyen a perpetuar los ciclos de pobreza y desigualdad social.

La coexistencia de profundas desigualdades en el campo y la ciudad, junto con la interpretación del funcionamiento de los dos circuitos de la economía urbana, es una de las razones por las que se siguen produciendo y utilizando fuentes de energía menos eficientes y más contaminantes, junto con otras más racionales (tabla 1).

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Emergia y balance energético en América Latina (2020)

En esta sección exploraremos las complejidades de las dinámicas energéticas en la ALC, enfatizando las discrepancias entre las métricas de energía y emergia.

La figura 1 ilustra el saldo entre producción-consumo y exportación-importación de emergia, calculado a partir de diversas fuentes de energía, para los 27 países que componen la ALC en el año 2020.

A partir del análisis de los valores de saldos emergéticos, presentados en la figura 1, es posible inferir que cuanto más las líneas (naranja o azul) se acercan a cero, más cerca se encuentran del equilibrio, tanto para exportación-importación como para producción-consumo de emergia.

La línea azul muestra la diferencia entre la producción y el consumo de emergia e indica que la mayoría de los países de la ALC producen más energía de mayor calidad de la que consumen efectivamente, revelando así la producción y el consumo efectivo de riquezas.

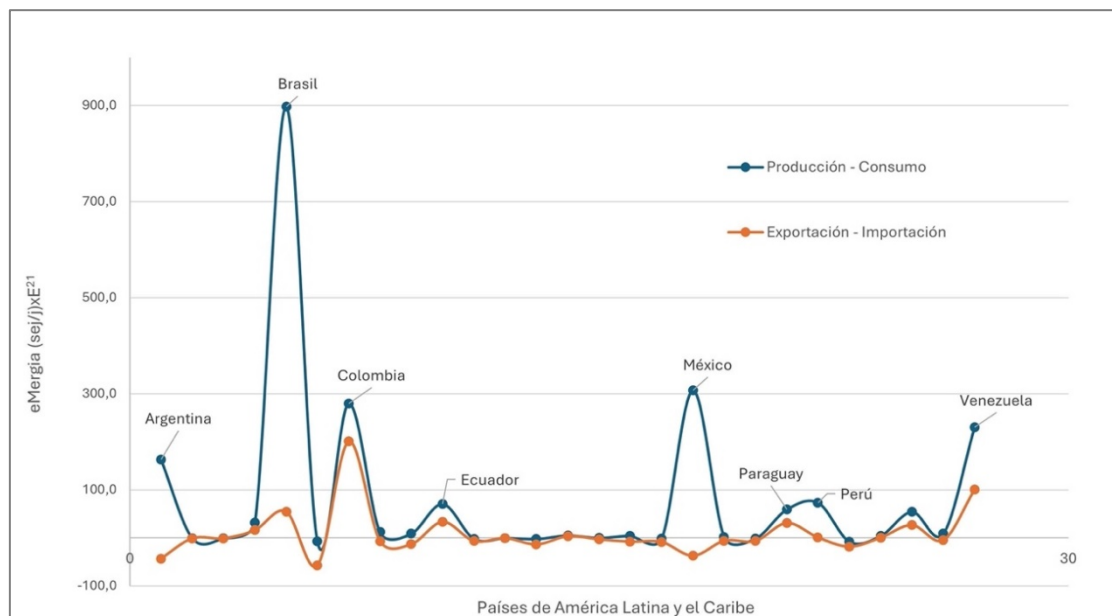
La línea naranja muestra la diferencia entre exportaciones e importaciones. Cuando el país exporta más de lo que importa, la línea estará por encima de cero, y podemos observar que muchos países exportan más emergia de la que importan o tienen un saldo emergético cercano a cero, es decir, cerca del equilibrio.

Puede observarse que Brasil, Argentina, Colombia, Venezuela y México son países con un gran excedente de producción de energía de alta calidad, expresada en términos de emergia. Brasil tiene un gran excedente de producción, no entanto, las importaciones también son grandes, de modo que el saldo entre importaciones y exportaciones es apenas ligeramente positivo, a pesar del gran excedente productivo. Esta característica es aún más acentuada en México, que, a pesar de tener un saldo productivo alto, importó más emergia de la que exportó en 2020, con un saldo negativo (E-I).

Por otro lado, los datos de energía, mostrados en la figura 2, muestran una condición general de equilibrio en la mayoría de los países de la ALC, mientras que la emergia revela un perfil muy diferente.

**Figura 1**

Energía, calculada a partir de diferentes fuentes de energía, por país de la ALC, para el año 2020



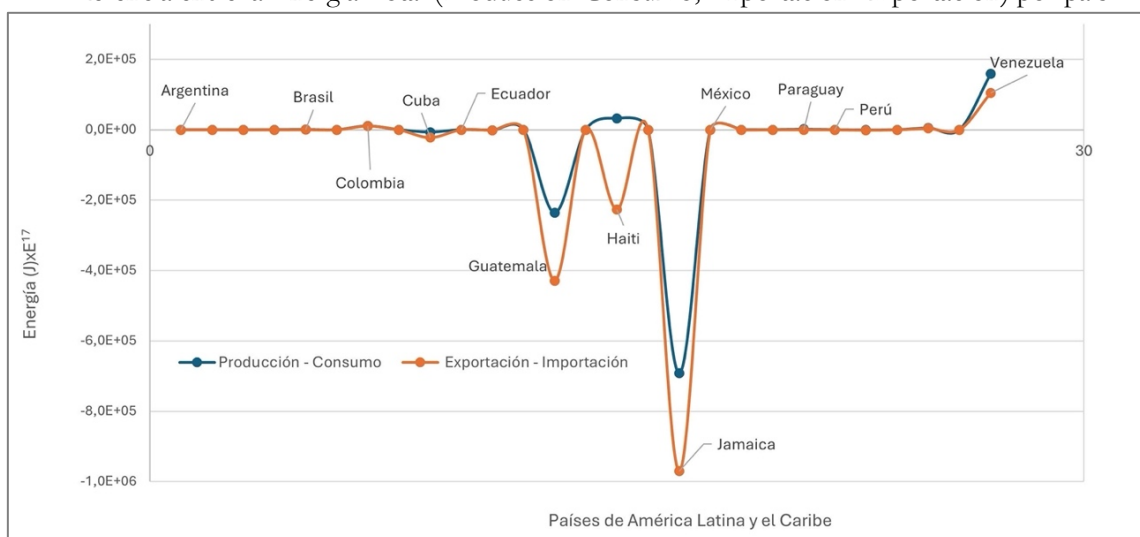
Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos: sieLAC-OLADE (OLADE, 2023).

El saldo energético positivo de producción-consumo (P-C), de la figura 1, nos muestra el valor real que las naciones producen en términos de calidad de energía, indicando una menor vulnerabilidad, mientras que un saldo energético positivo muy alto de exportación-importación (E-I) indica que esta nación exporta más de lo que recibe, en términos de calidad de energía producida internamente. Naciones con saldos (P-C) muy altos aliados a saldos (E-I) también altos indican poco aprovechamiento interno de la energía de alta calidad por parte de los ciudadanos de esta nación.

Algunos países como Jamaica, Guatemala y Haití, extremadamente deficitarios (tanto en las diferencias de producción-consumo como en las exportaciones-importaciones), tienen como características comunes ser altamente dependientes de fuentes de energía no renovables (como el petróleo), poseer una enorme precariedad en sus sistemas de producción y distribución de energía (infraestructura bastante precaria), y consumir una parte significativa de sus ingresos por exportación de productos primarios para costear la importación de energía de otros países<sup>vii</sup>.

**Figura 2**

Diferencia entre la Energía Total (Producción-Consumo; Exportación-Importación) por país



Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos: sieLAC-OLADE (OLADE, 2023).

Puede afirmarse que las energías primarias reflejan una contribución significativa de la naturaleza, mientras que las energías secundarias ocupan un estadio más avanzado en la jerarquía de la energía, caracterizándose por tener una mayor energía agregada y, por consiguiente, una mayor calidad. Es fundamental observar que existe una notable disparidad en la capacidad de producción y consumo, tanto de fuentes primarias como secundarias de energía, entre los diversos países de la ALC, que está indirectamente representada por los valores de energía de la figura 1.

### 3.2. Pobreza energética en América Latina

Existe una conexión entre la disparidad en la capacidad de producción y consumo de energía, de diferentes calidades, y la cuestión de la pobreza energética en América Latina y el Caribe que será discutida y detallada en esta sección, incluyendo las definiciones del concepto.

En el caso de los estudios sobre pobreza energética<sup>viii</sup>, suelen encontrarse términos como "privación energética", "pobreza en el consumo de combustibles", "pobreza energética" y "vulnerabilidad energética" en los estudios sobre pobreza energética (Thomson, Day, Ricalde, Brand-Correa, Cedano, Martínez, Santillán, Delgado Triana, Luis Cordova, Milian Gómez, García Torres, Mercado, Castela Caruana & Pereira, 2022). Otros autores utilizan una definición diferente: si más del 10% del ingreso familiar se destina al pago de la energía, la familia se considera en situación de pobreza energética (Javier Duran & Ángel Condorí, 2021).

Cuando se trata de un país, la producción y el consumo de energía pueden ser buenos indicadores para comprender las desigualdades socioespaciales. Los niveles de riqueza y pobreza de una nación están directamente relacionados con la producción y el consumo de energía. En este caso, la pobreza energética se confunde a menudo con la pobreza de acceso a los combustibles (Sy & Mokaddem, 2022). Según estos autores, las dificultades en la definición del concepto provienen de las diferentes características de los países con relación al clima y las estaciones del año, las características y los patrones de las viviendas, y las creencias sociales y culturales.

Los países más ricos del mundo son los mayores consumidores de energía, al igual que las regiones más ricas e industrializadas dentro de los países más pobres y desiguales, que también son responsables del mayor consumo energético nacional<sup>ix</sup>. Por otro lado, la disminución del consumo de energía, ya sea proveniente de la producción interna o de fuentes externas a través de

la importación, cuando el país no es autosuficiente, puede significar una depresión económica o subdesarrollo de las fuerzas productivas nacionales.

Además de los aspectos cuantitativos, cuyos estudios son más abundantes, no son frecuentes las investigaciones que aborden la dimensión cualitativa del acceso y consumo de energía eléctrica en América Latina y el Caribe (ALC). En varios estudios (Calvo, Álamos, Billi, Urquiza & Contreras Lisperguer, 2021; Méndez, Rosa & Castela Caruana, 2021; Lampis, Ibañez Martín, Zabaloy, Schirmer Soares, Guzowski, Mandai, Lazaro, Hermsdorff & Bermann, 2022), los autores señalan cómo la cantidad de hogares o personas con acceso a la red formal de energía eléctrica, por ejemplo, no representan de cierta manera los servicios necesarios que, dependientes de la energía eléctrica para funcionar, deberían estar disponibles para la población más pobre en general.

Se reconoce que una diversidad de condiciones históricas, geográficas, demográficas e infraestructurales combinadas producen una enorme vulnerabilidad energética en ALC. Sin embargo, aún existen grandes carencias en cuanto al grado de pobreza energética en la región (Thomson et al., 2022). El estudio de estos mismos autores señaló que Haití era el país con el menor porcentaje de población con acceso formal a la energía eléctrica (45,3%), mientras que otros como Nicaragua (88,1%) y Guyana (91,8%) casi universalizaron el acceso. Sin embargo, la misma investigación demostró que el 64,8% de los negocios y emprendimientos enfrentaban al menos dos interrupciones de energía eléctrica al mes. De estos negocios, aproximadamente el 26% tuvo que adquirir generadores de energía propios (generalmente impulsados por diesel, por lo tanto, más contaminantes y costosos) para continuar funcionando (Thomson et al., 2022).

La pobreza energética puede considerarse el resultado de usos contradictorios del territorio por parte de empresas y del Estado, que profundiza desigualdades estructurales que afectan al acceso a los recursos y los servicios. Las comunidades que enfrentan la pobreza energética a menudo son marginalizadas, y tienen menos voz en las decisiones que afectan otros usos de su territorio (Souza, 2019), lo que perpetúa su exclusión y vulnerabilidad. La figura 1 revela que países como Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Paraguay, México y Venezuela producen más energía de la que sus sociedades consumen. Sin embargo, esta aparentemente positiva condición no exime a segmentos significativos de sus poblaciones de la condición de pobreza energética (Thomson et al., 2022).

Brasil y Argentina han estado experimentando un proceso de diversificación de fuentes de energía, con la expansión de parques eólicos y una mayor utilización de la energía solar a través de sistemas fotovoltaicos en hogares urbanos y en granjas de producción de energía eléctrica en el campo. Sin embargo, este proceso aún no garantiza la universalización del acceso de sus poblaciones a fuentes de energía socialmente inclusivas \*(Lampis et al., 2022). En Argentina, algunos estudios señalaban que, entre 2016 y 2018, entre el 43% y el 55% de la población vivía en situación de pobreza energética (Javier Duran & Ángel Condori, 2021).

En Brasil, del total de energía que el país utiliza, el 63% se destina al transporte (de mercancías y personas) y al sector industrial (Ministério de Minas e Energia, 2023). Este alto porcentaje, concentrado en pocos sectores, señala una dirección importante en el campo de la planificación del sector energético, para áreas que podrían ofrecer un mayor ahorro de energía (y del presupuesto público y privado), en caso de que tecnologías más eficientes y un cambio estructural pudieran ocurrir a nivel nacional, como una mayor adopción del transporte ferroviario y fluvial, por ejemplo, más económicos que la actual matriz vial predominante.

Otra gran contradicción, evidenciada por la figura 1, ocurre en Paraguay, que exporta la mayor parte de la energía que produce, en detrimento de las necesidades energéticas de su población. Este país consume solo el 16% del total de energía eléctrica que produce, lo que lo convierte en un gran exportador de energía eléctrica (gran parte de ella producida en las plantas binacionales de Yacyretá, con Argentina, e Itaipú, con Brasil, que represan el río Paraná).

Sin embargo, una parte significativa de la población paraguaya vive un día a día con interrupciones frecuentes en el suministro de energía eléctrica, teniendo que recurrir a fuentes alternativas o generadores (González, Benítez, Ríos-Festner, Lezcano, Fernández, López, Fernández, Bogado, Paravicini & Prado, 2024). La mayoría de los hogares en áreas rurales (51%) y una parte en áreas urbanas (6%) aún dependen de la leña como fuente principal de energía para cocinar. Del total de hogares del país, al sumar las fuentes de energía provenientes de la biomasa como la leña y el carbón vegetal, el 30% de los hogares paraguayos dependían de estas fuentes de energía. Las industrias agrícolas también consumían el 44% del total de la energía proveniente de la biomasa en el país, ya que prefieren este tipo de fuente energética, considerada más barata que la electricidad.

También existen políticas internas en Paraguay para atraer empresas altamente consumidoras de energía eléctrica, como las mineras de criptomonedas, debido al bajo costo de la energía en el territorio nacional. Sin embargo, estas empresas, que no generan ningún activo fijo y transfieren una parte significativa de sus ganancias al extranjero, compiten en el consumo de energía con otras actividades importantes en el país, como el consumo urbano y agroindustrial, entre otro (Bhimani, Hausken & Arif, 2022).

En Venezuela, anteriormente un miembro promotor de la OPEP, y poseedora de una de las mayores reservas de petróleo del mundo, lo cual también se refleja tanto en la figura 1 como en la figura 2, ha enfrentado graves problemas políticos, económicos y sociales, lo que ha empeorado los indicadores de pobreza en el país. El Producto Interno Bruto (PIB) del país se redujo un 75% entre 2013 y 2021. Los problemas externos se vieron agravados por una grave crisis sociopolítica y económica, con numerosos conflictos internos, que llevaron a millones de venezolanos a huir del país y dejaron a más del 90% de las familias venezolanas por debajo de la línea de pobreza, algo sin precedentes en América Latina y el Caribe en las últimas décadas, siendo el acceso a servicios públicos, como la electricidad, uno de los indicadores de pobreza en Venezuela (Maldonado, 2023). El mismo autor señala cómo la crisis energética ha traído consecuencias para el funcionamiento de sectores como la salud, el transporte público, el comercio y otros servicios, impactando incluso en la producción de petróleo (el principal producto de exportación del país).

Como un tipo de círculo vicioso, con el agravamiento de la crisis general, se ha intensificado la crisis en el sector eléctrico, el deterioro del sistema eléctrico nacional, lo que ha llevado al país a una situación de racionamiento de energía desde 2008, empeorando otros problemas preexistentes. La pobreza energética afecta con mayor intensidad a las áreas rurales, sumidas en la oscuridad cuando se observan desde imágenes satelitales (Maldonado, 2023), debido a que se encuentran más alejadas de los grandes centros urbanos, lo que encarece los costos de implementación de la infraestructura de las redes de distribución de energía eléctrica. Desde la perspectiva de la gobernabilidad, la cuestión energética también es uno de los factores de la inestabilidad política en el país (León-Vielma, Ramos-Real & Hernández Hernández, 2022).

Por otro lado, la crisis venezolana (en parte agravada por la acción directa de los EE. UU.) contribuye a cambiar de manera más significativa el eje de la geopolítica global en lo que respecta a la

cuestión energética, ya que acerca Venezuela a China en busca de ampliar la seguridad energética china (Nunes, 2022).

La corrupción, otro problema endémico en América Latina y el Caribe, también contribuye directamente a la pobreza energética, y ocurre en muchos países, como también sucede en Venezuela. Cuando los recursos públicos que deberían destinarse a la construcción o reparación de los sistemas eléctricos se desvían de su finalidad principal, se agrava la situación de pobreza energética de la población. De esta manera, la precarización de los sistemas de producción y distribución de energía<sup>xi</sup> coloca a una parte de la población más pobre en una situación de falta de fuentes de energía más adecuadas o eficientes, lo que conduce progresivamente a la precariedad de los servicios públicos y a la disminución de la calidad de vida de la población (Vivas Roso, 2023).

Varios de estos factores contribuyen a un saldo positivo en la diferencia entre la producción y el consumo de energía (P-C) en Venezuela, principalmente debido al bajo consumo de energía. Además, se observa un saldo positivo en la exportación neta de energía (E-I), especialmente debido a la producción de energía de alta calidad, como se destaca en la figura 1.

Por otro lado, países en equilibrio en la figura 1, como es el caso de Cuba, actualmente tienen acceso al 100% de la electricidad, uno de los legados del período en que era aliado de la URSS, ya que hasta 1959 solo el 56% de los cubanos tenían acceso a la electricidad. Las dificultades económicas, políticas y sociales por las que atraviesa el país son el resultado de factores tanto internos como externos. Entre estos últimos se encuentran el bloqueo económico impuesto a Cuba por parte de los Estados Unidos durante las últimas cinco décadas, la incidencia de huracanes en la isla y la dependencia de la importación de alimentos, entre otros (Suárez, Beatón, Escalona & Montero, 2012).

Sin embargo, en el conjunto de países de América Latina y el Caribe, es importante reconocer que la decisión sobre cómo se utilizan estas energías, ya sea para beneficio local o para exportación, a menudo está fuera del control directo de los gobernantes electos. Las empresas multinacionales suelen tener una influencia considerable en estas decisiones, orientadas por sus propios intereses económicos, lo que puede resultar en implicaciones complejas para las naciones en cuestión, donde la gestión de los recursos energéticos de alta calidad se ve afectada por estas influencias externas (Escamilla-García, Fernández-Rodríguez, Jiménez-Castañeda, Jiménez-González & Morales-Castro, 2023).

### 3.3. Transición energética. Recursos renovables y no renovables.

La transición energética ha estado ocurriendo de manera lenta en los países de América Latina y el Caribe (ALC). Esto se debe en gran parte a las profundas desigualdades socioespaciales que caracterizan la región, con partes significativas de la población aún enfrentando problemas como la falta de acceso a la red eléctrica, el uso de combustibles contaminantes, la ausencia o deficiencia en el aislamiento térmico de las viviendas, el alto costo de la energía, entre otros (Calvo et al., 2021).

Las figuras 03 y 04 muestran el porcentaje de capacidad instalada para cada tipo de fuente de energía en la ALC. Los porcentajes mostrados en la figura 3 se obtuvieron a partir de valores de energía (MW), mientras que los de la figura 4 se obtuvieron para valores de energía (sej).

Los gráficos mostrados en la figura 3 revelan cómo la búsqueda de fuentes alternativas de energía ha resultado, en un período de 10 años (2010 - 2020), en un aumento en el consumo de energías renovables, tanto térmicas como solares y eólicas, seguido de una disminución en la contribución de energías térmicas no renovables e hidroeléctricas. Esto demuestra una diversificación y expansión de las fuentes de energía renovable.

En el caso brasileño, ha habido un aumento significativo en el uso de la energía solar (en sistemas fotovoltaicos) en los últimos años, a pesar de que la energía producida por las plantas hidroeléctricas sigue siendo de mayor importancia en el país (las hidroeléctricas produjeron el 63,1% de la energía total del país en 2022). Entre 2021 y 2022, hubo un aumento del 79,8% en la producción de energía eléctrica a partir de energía solar. En el mismo período, hubo una reducción del 52,9% en la energía producida por las plantas termoeléctricas (EPE, 2023).

Sin embargo, la transición energética puede ser una solución, en muchos casos, para resolver parcialmente la pobreza energética. La energía solar, entre otras fuentes, podría utilizarse para satisfacer parte de las demandas energéticas de la población pobre de América Latina y el Caribe.

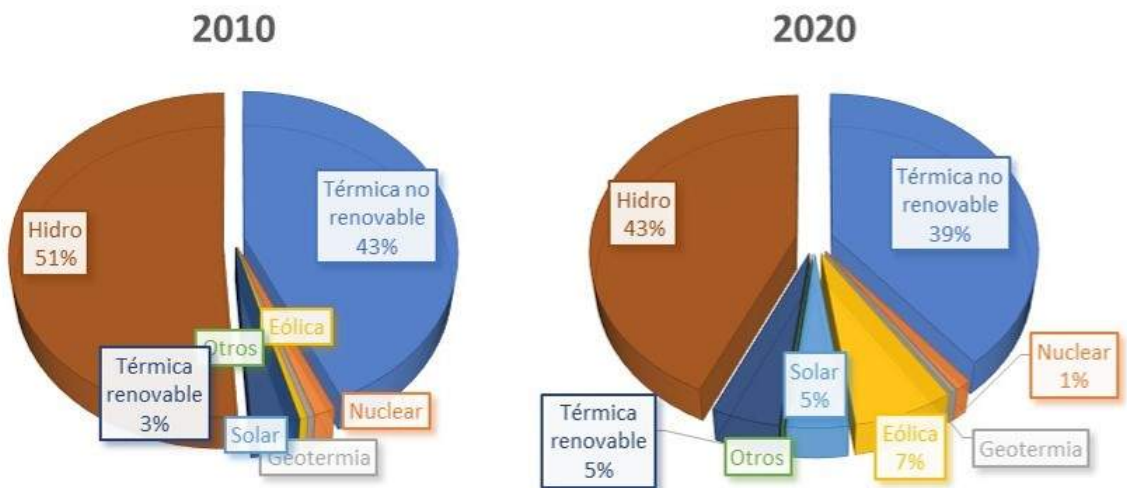
La figura 4 muestra cómo el proceso de transición energética ocurre en términos de calidad de la energía producida. En este caso, se puede decir que el proceso de transición energética ha estado ocurriendo de manera más lenta y la diversificación y ampliación del uso de fuentes renovables no se visualiza tan claramente para el mismo intervalo de tiempo de 10 años.

La figura 4 se obtuvo mediante el cálculo de la emergencia a partir de los datos de la figura 3 y de los valores de las transformidades de la tabla 2.

Por lo tanto, se puede decir que, en términos de calidad de la energía producida por la

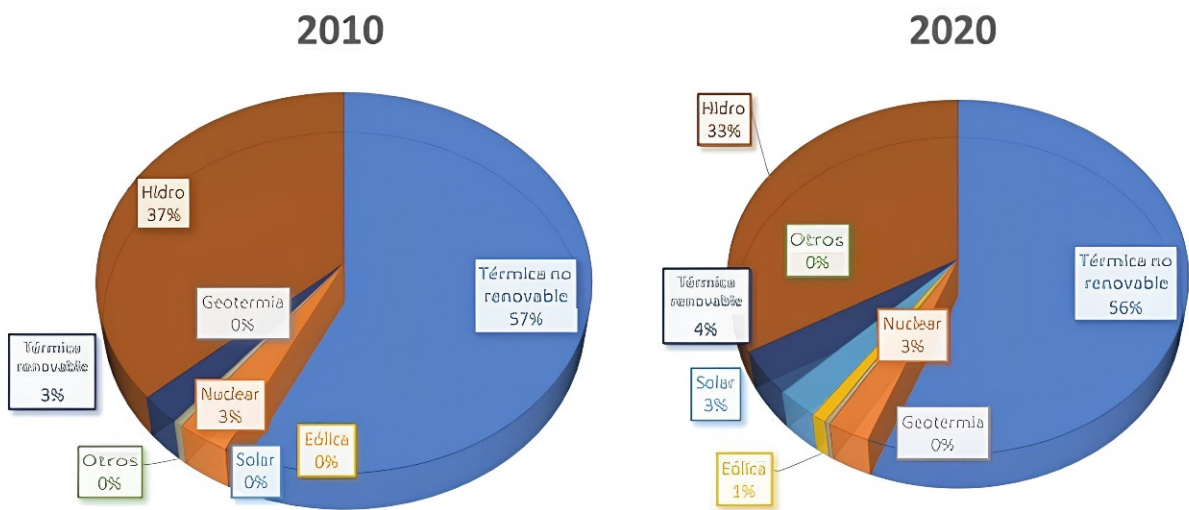
capacidad instalada, no ha habido un avance significativo hacia la transición energética hacia energías renovables y sostenibles en el período de 10 años.

**Figura 3**  
Capacidad instalada por fuente (%MW). América Latina y el Caribe



Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos: sieLAC-OLADE (OLADE, 2023).

**Figura 4**  
Emergencia de la capacidad instalada por fuente (% sej). América Latina y el Caribe



Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos: sieLAC-OLADE (OLADE, 2023).

### 3.4. Consecuencias de la dependencia externa y la falta de planificación energética.

En la figura 5, podemos observar el perfil anual de la exportación, importación, producción y consumo de energía para Brasil. Se puede notar un punto de inflexión a partir del año 2015, ya que hasta ese momento había un aumento constante en la producción y el consumo de energía en Brasil, acompañados de un equilibrio constante y creciente entre importaciones y exportaciones. A partir de 2015, se puede observar un cambio en este perfil, que coincide con cambios promovidos por los tomadores de decisiones políticas, que maximizaron las exportaciones y minimizaron el consumo interno de energía de Brasil, junto con la disminución de las importaciones.

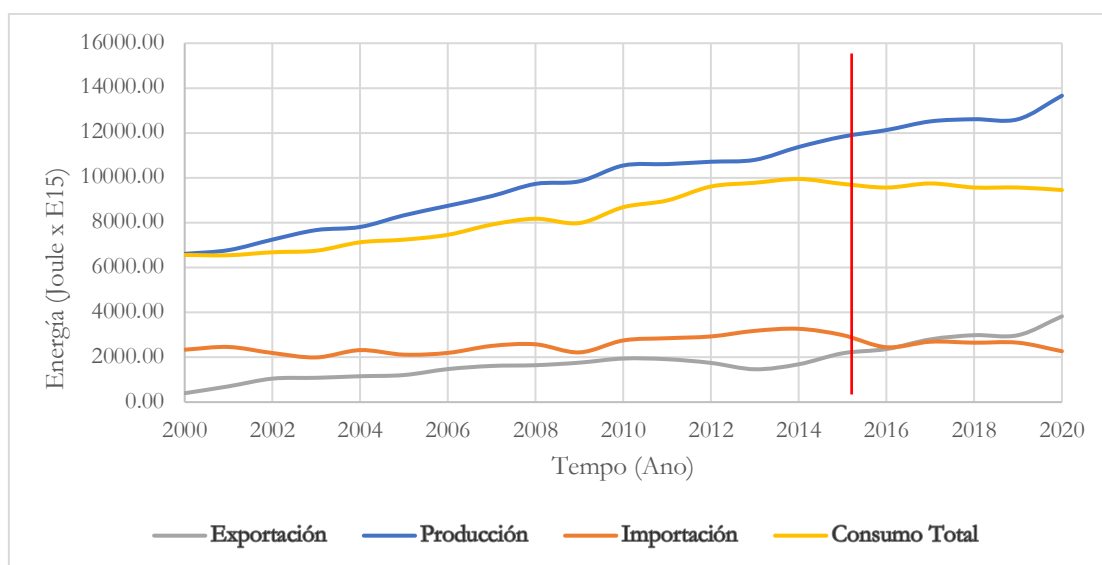
Otro factor relevante que precedió al año 2015, y que contribuyó a la disminución del consumo total de energía, fue una crisis hídrica que impactó en el sistema eléctrico brasileño, altamente dependiente de la hidroelectricidad. Esta crisis hídrica promovió conflictos por los múltiples usos del agua, resultó en la disminución de la producción de energía hidroeléctrica y motivó la toma de decisiones políticas para el uso de plantas termoeléctricas, las cuales generaron un costo adicional de comercialización por encima de lo previsto, producto de la especulación y la manipulación de varios agentes que operaban en las transacciones energéticas del país (Galvão y Bermann, 2015).

Las plantas termoeléctricas utilizan carbón mineral como materia prima principal, y el mercado brasileño depende en gran medida del carbón mineral importado, a pesar de tener reservas significativas de carbón en los estados del sur (Plano Nacional De Energia, Ministério de Minas e Energia y Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético, 2006).

Sin embargo, lo que se vuelve aún más difícil de justificar es el uso de carbón mineral importado, dado que Brasil cuenta con una amplia variedad de fuentes renovables, como el bagazo y la paja de la caña de azúcar (Palacios-Bereche, Palacios-Bereche, Ensinas, Gallego, Modesto & Nebra, 2022) la cáscara del café (Amerttet, Mitiku & Belete 2021) además de fuentes no renovables de energía como el carbón mineral (Galvão & Bermann, 2015), el petróleo y sus derivados (Agência Nacional do Petróleo, 2023), que podrían utilizarse de forma emergencial, siempre que estas fuentes de energía, y sus respectivas cadenas productivas y tecnológicas, fueran incluidas estratégicamente en la planificación energética del país.

La falta de una planificación más completa e integrada, que debería resultar en una estrategia energética y que considerara escenarios de crisis hídrica (además de la renovación de la matriz energética, con transición hacia otras fuentes), ha implicado la pérdida de parte de la autonomía en la producción de energía eléctrica en Brasil, con el consecuente aumento de la dependencia del mercado energético brasileño por materia prima importada, más cara, no renovable y contaminante.

**Figura 5.** Balance energético total para Brasil por año 2000-2020



Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos: sieLAC-OLADE (OLADE, 2023).

Las consecuencias de la dependencia externa, principalmente de fuentes no renovables de energía de una nación, pueden traer impactos geopolíticos y tenemos como ejemplo reciente la crisis energética en el continente europeo, altamente dependiente de fuentes externas de energías no renovables (Liu, Xie & Wang, 2023). En un mundo en profunda y rápida transformación, en el que Estados Unidos está volviendo a ser un gran consumidor, mientras que China se consolida como el mayor consumidor de energía del Planeta (Fuser & Ferreira Abrão, 2021).

Las implicaciones para la soberanía de los países son significativas cuando estos dependen en gran medida de fuentes externas de energía. Esto es evidente en la dependencia europea del gas ruso exportado a varios países del continente, incluida Alemania, una de las naciones más industrializadas y altamente dependientes de energía. Otro ejemplo son los países de la Península Ibérica, que sostienen parte de sus importaciones de energía con suministros procedentes del Magreb<sup>xii</sup>.

Brasil depende de la importación de hidrocarburos y de energía eléctrica (en menor proporción), lo que compromete parte de su balanza comercial con esta condición. Y también coloca al país frecuentemente en el centro de controversias geopolíticas regionales (como las recientes disputas con Paraguay por el ajuste de las tarifas de la energía eléctrica producida por Itaipu), con potencial de desintegración de relaciones internacionales en el continente (Chagas Bastos, Harper & Rochman, 2013).

Por otro lado, el fortalecimiento de la integración regional podría ocurrir si hubiera un aumento de la complementariedad y la cooperación en el área de energía, en lugar de la extrema competitividad entre los países en el mercado internacional de commodities de energía y de los conflictos entre los países de la región.

Como muchos de los recursos utilizados para la producción de energía (como los ríos, minas de carbón o pozos de petróleo) se concentran en pocos lugares del Planeta, las asociaciones y sistemas de cooperación internacional son inevitables para aprovechar mejor los recursos, lo que requiere un fortalecimiento de los pactos y tratados de cooperación internacional. Esto representa un cambio de paradigma que también requerirá el desarrollo de sistemas de planificación energética con criterios de una política de aprovechamiento de recursos más allá de los territorios nacionales.

### 3.5. Contradicciones en torno al superávit productivo y la extracción de riquezas nacionales

En 2015 comenzó una nueva crisis económica y política en Brasil. En cuanto a la energía, el país comenzó a experimentar una situación contradictoria. Al mismo tiempo que hubo una disminución del consumo total y de la importación de energía, se produjo un aumento en la producción y exportación de energía. Esta situación se debió a que la producción nacional de energía no estaba centrada en satisfacer principalmente las demandas internas, sino que se dirigía a generar divisas para el país, como se puede ver en la figura 5.

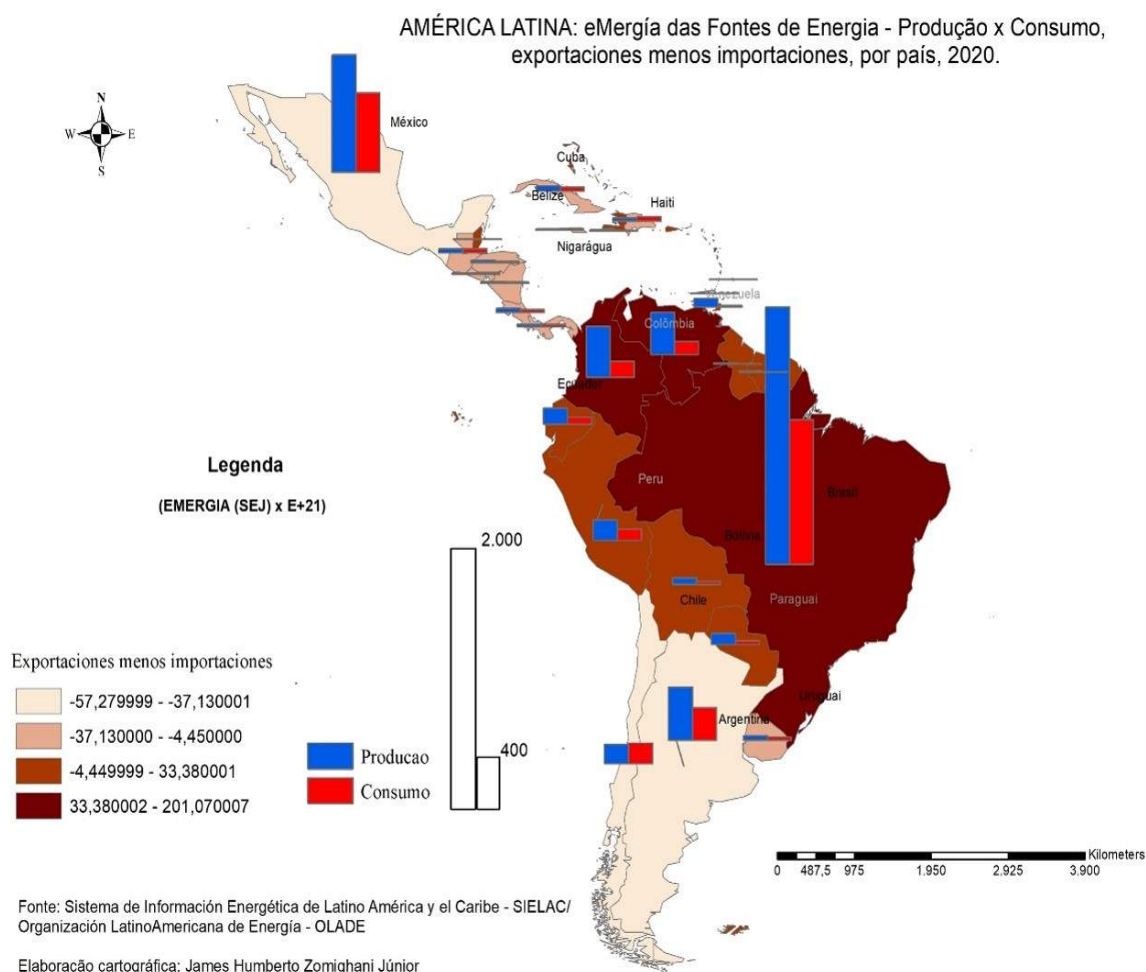
En períodos de crisis, como como la que experimenta Brasil a partir de 2015, hay una disminución del consumo y la producción interna, reflejo de la disminución de la demanda interna de energía, lo que aumenta la posibilidad de exportación. Por lo tanto, el saldo energético positivo en la balanza comercial no necesariamente refleja una condición económicamente más favorable para el país en su conjunto.

Se puede observar en el Mapa (figura 6) que el perfil de la diferencia P-C sigue el mismo patrón en la mayoría de los países de la ALC, es decir, la producción de energía de alta calidad es mayor que el consumo, lo que revela un superávit y el flujo de riquezas (en su mayoría no renovables) fuera de sus fronteras. Esta condición favorece el desarrollo y la consolidación de circuitos espaciales productivos fuera de las fronteras nacionales<sup>xiii</sup>, en detrimento del propio desarrollo de las fuerzas productivas nacionales, profundizando condiciones comunes a los países de la ALC como la dependencia externa y el debilitamiento de la soberanía nacional.

Una evaluación cuidadosa sobre el superávit productivo aliado al flujo de energías de alta calidad es especialmente relevante cuando se trata de recursos no renovables, teniendo en cuenta que el país no tendrá la posibilidad futura de disfrutar de estas riquezas, ya que tienen reservas naturales limitadas. Por lo tanto, las decisiones políticas sobre el flujo de riquezas no renovables, especialmente las fuentes energéticas, pueden tener repercusiones no solo momentáneas, sino también a largo plazo.

**Figura 6**

Emergía total de las energías de América Latina y el Caribe para el año 2020.



Fuente: Elaboración propia, 2024. Datos: sieLAC-OLADE

#### 4. Reflexiones finales

Ante la compleja realidad de la transición energética en América Latina y el Caribe (ALC), los análisis presentados revelan matices críticos que demandan atención y acción por parte de las naciones involucradas. El estudio de la emergencia, considerando tanto la cantidad como la calidad de la energía, proporcionó valiosas ideas sobre las dinámicas energéticas, las desigualdades y los desafíos que enfrenta la ALC. La aceleración del proceso de urbanización, en el caso del crecimiento de las ciudades, y de la modernización del campo, aumenta la demanda de energía y hace más desafiante elaborar una contabilidad para este proceso. Así, el concepto de emergencia se vuelve importante como eslabón tanto de nueva

metodología para la medición del proceso como para una mejor planificación de los sistemas energéticos nacionales.

El análisis de los datos sugiere que, aunque muchos países tienen un excedente en la producción de energía de alta calidad, la gestión eficiente y equitativa de estos recursos sigue siendo un desafío, al igual que las dinámicas internas, reflejadas principalmente en períodos de crisis política y económica que reducen la demanda interna y aumentan la capacidad de exportación. La relación entre producción-consumo y exportación-importación, especialmente en el contexto de Brasil, evidencia la interconexión entre decisiones políticas, crisis ambientales e influencias externas, y refleja el nivel de subdesarrollo de las fuerzas productivas nacionales.

La lenta evolución en la transición energética, destacada en las figuras 03 y 04, señala la necesidad de acelerar los esfuerzos en la adopción de fuentes renovables. La dependencia de fuentes no renovables, como se evidenció en la crisis hídrica en Brasil, resalta la importancia de estrategias energéticas resilientes y sostenibles, considerando las potencialidades locales, como la gran incidencia de luz solar en la mayor parte del territorio nacional, o la adopción a mayor escala de biocombustibles.

Analizar el uso del territorio y la pobreza energética es crucial para formular políticas destinadas a mejorar las condiciones de vida de las poblaciones vulnerables. Poner en marcha iniciativas para ampliar el acceso a las energías renovables en las comunidades de baja renta, promover la eficiencia energética y garantizar que las necesidades de las poblaciones afectadas sean tomadas en cuenta en las decisiones relacionadas con el uso del territorio son esenciales para contribuir a mitigar la pobreza energética, promover la justicia social y un mayor cuidado en la preservación de los recursos naturales.

El análisis de las exportaciones de emergencia en la figura 1 destaca la relevancia de considerar no solo la cantidad exportada, sino también la calidad de la energía enviada más allá de las fronteras. La dependencia de empresas multinacionales en las decisiones energéticas refuerza la necesidad de políticas que promuevan la autonomía y consideren los intereses locales, regionales y nacionales, especialmente en lo que respecta a satisfacer las demandas de la mayoría de la población de los países.

El caso del uso de carbón mineral, a pesar de las alternativas renovables disponibles, resalta la importancia de la planificación estratégica y la inclusión de diferentes fuentes en la combinación de opciones energéticas. La crisis energética en Europa sirve como alerta sobre los peligros de la dependencia externa de fuentes no renovables, así como la fragilidad de los pactos de cooperación energética transnacional, frente a escenarios geopolíticos inestables.

Al considerar la comparación entre las variables de energía y emergencia, se percibe la riqueza de información que este enfoque ofrece para evaluar la verdadera autonomía de cada nación, más allá del mero reduccionismo económico. El análisis del equilibrio cualitativo entre producción-consumo (P-C) y exportación-importación (E-I) se vuelve esencial en la búsqueda de estrategias energéticas más eficientes, sostenibles y para una planificación energética más racional.

La suma convencional de diferentes fuentes de energía, al descuidar las sutilezas cualitativas, puede oscurecer las diferencias fundamentales entre estas fuentes. Sin embargo, el enfoque basado en la emergencia revela el verdadero valor producido, consumido, importado o exportado. La emergencia ofrece una perspectiva que va más allá de la mera cantidad, proporcionando información valiosa sobre la contribución cualitativa de cada fuente al panorama energético total.

Al mapear el verdadero valor, expresado en emergencia, este estudio resalta la importancia de reconocer no solo la cantidad, sino también la calidad de la energía involucrada en las transacciones internas y externas. La emergencia pasa entonces a ser una valiosa métrica para comprender la proporción de contribución cualitativa de cada fuente y cómo puede desempeñar un papel relevante en la construcción de políticas energéticas más equitativas y justas.

De esta manera, al considerar el análisis comparativo entre energía y emergencia, este estudio destaca la necesidad de evaluar la verdadera naturaleza cualitativa de las fuentes de energía en las discusiones sobre autonomía y sostenibilidad de las políticas energéticas de la ALC.

## 5. Contribuições dos autores:

**Marlei Roling Scariot:** conceitualização; metodologia; análise formal; escrita original; preparação do texto original; revisão e edição; recursos financeiros; curadoria de dados; administração do projeto; aquisição de fundos.

**James Humberto Zomighani Jr:** conceitualização; metodologia; análise formal; escrita original; preparação do texto original; revisão e edição; recursos financeiros; curadoria de dados; administração do projeto; aquisição de fundos.

## 6. Referencias bibliograficas

- Agência Nacional do Petróleo (2023). *Brasil registra recorde na produção de petróleo e gás natural em junho*.
- Amerttet, S., Mitiku, Y. & Belete, G. (2021). Analysis of a Coffee Husk Fired Cogeneration Plant in South Western Ethiopia Coffee Processing Industries. *Low Carbon Economy*, 12(1), 42-62. <https://doi.org/10.4236/LCE.2021.121003>

- Bastianoni, S., Campbell, D., Susani, L. & Tiezzi, E. (2005). The solar transformity of oil and petroleum natural gas. *Ecological Modelling*, 186(2), 212–220. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.01.015>
- Bhimani, A., Hausken, K. & Arif, S. (2022). Do national development factors affect cryptocurrency adoption? *Technological Forecasting and Social Change*, 181. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2022.121739>
- Brown, M. (1998). Environmental accounting: emergy perspectives on sustainability. In J. Puignau (Ed.). *Valoración Económica en el Uso de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente* (pp. 47–70). Montevideo: IICA/PROCISUR.
- Brown, M. (2001). *Handbook of Emergy Evaluation. A Compendium of Data for Emergy Computation: Folio #3 – Emergy of Ecosystems*. Gainesville: FUST.
- Brown, M., Raugei, M. & Ulgiati, S. (2012). On boundaries and ‘investments’ in Emergy Synthesis and LCA: A case study on thermal vs. photovoltaic electricity. *Ecological Indicators*, 15(1), 227–235. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2011.09.021>
- Brown, M. & Ulgiati, S. (2002). Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems. In *Journal of Cleaner Production*, 10(4), 321–334. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00043-9](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00043-9).
- Brown, M. & Ulgiati, S. (2004). Energy quality, emergy, and transformity: H.T. Odum’s contributions to quantifying and understanding systems. *Ecological Modelling*, 178(1), 201–213. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.03.002>.
- Calvo, R., Álamos, N., Billi, M., Urquiza, A. & Contreras Lisperguer, R. (2021). *Desarrollo de indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe, número 207 (RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO)*. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Caruso, C., Catenacci, G., Marchettini, N., Principi, I. & Tiezzi, E. (2001). Emergy Based Analysis of Italian Electricity Production System. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 66(1), 265–272. <https://doi.org/10.1023/A:1012412420744>
- Chagas Bastos, F., Harper, N. & Rochman, A. (2013). Vista do Economia política da energia e encruzilhadas da integração na América Latina. *Revista de Relações Internacionais Da Universidade Federal Da Grande Dourados*, 2(3), 206–226. <https://ojs.ufgd.edu.br/moncoes/article/view/2592/1538>.
- Dias, E. & Longo, R. (2018). Uso de fontes renováveis de energia elétrica no meio urbano: levantamento teórico e bibliométrico. In *Anais do XV Congresso Nacional de Meio Ambiente* (pp. 1–5).
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética (2023). *Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2023 (ano base 2022)*.
- Escamilla-García, P., Fernández-Rodríguez, E., Jiménez-Castañeda, M., Jiménez-González, C. & Morales-Castro, J. (2023). A Review of the Progress and Potential of Energy Generation from Renewable Sources in Latin America. *Latin American Research Review*, 58, 383–402. <https://doi.org/10.1017/lar.2023.15>
- Fuser, I. & Ferreira Abrão, R. (2021). Vista do Economia política latino-americana da energia. *Brazilian Journal of International Relations*, 10(2), 332–367. <https://doi.org/10.36311/2237-7743.2021.v10n2.p332-367>
- Galvão, J. & Bermann, C. (2015). Crise hídrica e energia: Conflitos no uso múltiplo das águas. *Estudos Avancados*, 29(84), 43–68. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200004>
- Giblin, B. (2014). L’énergie : un facteur géopolitique plus ou moins efficace. *Hérodote*, 155(4), 3–8. <https://doi.org/10.3917/her.155.0003>

- González, A., Benítez, P., Ríos-Festner, D., Lezcano, L., Fernández, K., López, S., Fernández, F., Bogado, F., Paravicini, V. & Prado, V. (2024). General assessment of electricity access in the Republic of Paraguay based on secondary data sources, Geographic Information Systems, and Energy Poverty. *Energy Policy*, 191. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2024.114175>
- Häyhä, T., Franzese, P. & Ulgiati, S. (2011). Economic and environmental performance of electricity production in Finland: A multicriteria assessment framework. *Ecological Modelling*, 223(1), 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.10.013>
- Javier Duran, R. & Ángel Condorí, M. (2021). The social tariff scope on energy poverty households in urban Argentina during the 2016-2018 period. *Estudios Socioterritoriales Revista de Geografía*, 29, 1-28. <https://doi.org/10.37838/unicen/est.28-075>
- Kennedy, C., Pincetl, S. & Bunje, P. (2011). The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental Pollution*, 159(8–9), 1965–1973. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2010.10.022>
- Lampis, A., Ibañez Martín, M., Zabaloy, M., Schirmer Soares, R., Guzowski, C., Mandai, S., Lazaro, L., Hermsdorff, S. & Bermann, C. (2022). Energy transition or energy diversification? Critical thoughts from Argentina and Brazil. *Energy Policy*, 171. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113246>
- Le Corre, O. (2016). The fundamentals of emergy. In O. Le Coore (Ed.). *Emergy* (pp. 1-35). Elsevier.
- León-Vielma, J., Ramos-Real, F. & Hernández Hernández, J. (2022). The collapse of Venezuela's electricity sector from an energy governance perspective. *Energy Policy*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113009>
- Liu, Y., Xie, X. & Wang, M. (2023). Energy structure and carbon emission: Analysis against the background of the current energy crisis in the EU. *Energy Policy*, 280. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2023.128129>
- Maldonado, L. (2023). Living in darkness: rural poverty in Venezuela. *Journal of Applied Economics*, 26(1). <https://doi.org/10.1080/15140326.2023.2168464>
- Max Sorre. (1948). *Les Fondements de la Géographie Humaine*. Librairie Armand Colin.
- Méndez, F., Rosa, P. & Castela Caruana, M. (2021). Pobreza energética en la Argentina actual. Revisiones y aportes metodológicos para su medición cuantitativa y cualitativa. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 32(62). <https://doi.org/10.33255/3262/748>
- Ministério de Minas e Energia. (2023). *Demanda Energética do Setor de Transportes*.
- Nunes, T. (2022). La relevancia estratégica de Venezuela a partir de la perspectiva de la seguridad energética China. *Revista de relações internacionais*, 9(1), 19-33.
- Odum, H. (2002). Emergy accounting. In P. Bartelmus (Ed.). *Unveiling Wealth* (pp. 135–146). Wuppertal: Springer Dordrecht.
- Olade. Organización Latinoamericana de Energía (2023). Sistema de Información Energética de Latinoamérica y El Caribe.
- Ometto, A., Ramos, P. & Lombardi, G. (2007). The benefits of a Brazilian agro-industrial symbiosis system and the strategies to make it happen. *Journal of Cleaner Production*, 15(13), 1253–1258. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2006.07.021>
- Palacios-Bereche, M., Palacios-Bereche, R., Ensinas, A., Gallego, A., Modesto, M. & Nebra, S. (2022). Brazilian sugar cane industry – A survey on future improvements in the process energy management. *Energy*, 259. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124903>
- Paoli, C., Vassallo, P. & Fabiano, M. (2008). Solar power: An approach to transformity evaluation. *Ecological Engineering*, 34(3), 191–206. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLENG.2008.08.005>

- Pereira, C. & Ortega, E. (2010). Sustainability assessment of large-scale ethanol production from sugarcane. *Journal of Cleaner Production*, 18(1), 77–82. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.09.007>
- Plano Nacional De Energia, Ministério de Minas e Energia y Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético (2006). *Geração Termelétrica-Carvão Mineral*.
- Rydberg, T., Bergquist, D. & Berg, G. (2017). Emergy Applications in Urban Planning and Regenerative Systems Landscape Design. In T. Rydberg, D. Bergquist, G. Berg (Ed.). *Emergy Synthesis*. Gainesville: UFL
- Santos, M. (1975). Subimperialismo. In T. Machado (Trans.). *The Latin American in Residence Lectures, Number III in the series, 1972-1973* (pp. 38-47). Toronto: University of Toronto.
- Santos, M. (2004). *O espaço dividido* (1ª ed. 1979). São Paulo: Editora Hucitec.
- Souza, M. (2019). Território usado, rugosidades e patrimônio cultural. *PatryTer*, 2(4), 1-17. <https://doi.org/10.26512/patryter.v2i4.26485>
- Santos, M. (1994). *Metamorfoses do Espaço Habitado* (3a edição). São Paulo: HUCITEC.
- Suárez, J., Beatón, P., Escalona, R. & Montero, O. (2012). Energy, environment and development in Cuba. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2724–2731. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.023>
- Sy, S. & Mokaddem, L. (2022). Energy poverty in developing countries: A review of the concept and its measurements. *Energy Research & Social Science*, 89. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102562>
- Thomson, H., Day, R., Ricalde, K., Brand-Correa, L., Cedano, K., Martinez, M., Santillán, O., Delgado Triana, Y., Luis Cordova, J., Milian Gómez, J., García Torres, D., Mercado, C., Castela Caruana, M. & Pereira, M. (2022). Understanding, recognizing, and sharing energy poverty knowledge and gaps in Latin America and the Caribbean – because conocer es resolver. *Energy Research & Social Science*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102475>
- Vivas Roso, J. (2023). Pobreza energética y corrupción: análisis desde la perspectiva venezolana. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, 14(1), 1-19. <https://doi.org/10.7213/revdireconsoc.v14i1.31070>
- Wang, J., Du, W. & Yang, D. (2021). Integrated Energy System Planning Based on Life Cycle and Emergy Theory. *Frontiers in Energy Research*, 9(1). <https://doi.org/10.3389/FENRG.2021.713245/BIBTEX>
- Zhang, H., Asutosh, A., & Zhang, J. (2022). A quantitative sustainable comparative study of two biogas systems based on energy, emergy and entropy methods in China. *Environment, Development and Sustainability*, 24(12), 13583–13609. <https://doi.org/10.1007/S10668-021-02002-X/TABLES/13>
- Zhang, Y., Yang, Z. & Yu, X. (2009). Evaluation of urban metabolism based on emergy synthesis: A case study for Beijing (China). *Ecological Modelling*, 220(13–14), 1690–1696. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODE.L.2009.04.002>
- Spamer, H. (2016). Migração e identidade étnica pomerana no Espírito Santo. In *Anais do Colóquio Internacional de Mobilidade Humana e Circularidade de Ideias* (pp. 106-116). Vitória, Brasil.
- Tressmann, I. (2005). *Da sala de estar à sala de baile. Estudos etnolinguísticos de comunidades camponesas pomeranas do estado do Espírito Santo*. (Tese de Doutorado em Estudos Linguísticos). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Vansina, J. (2010). A tradição oral e sua metodologia. In J. Ki-Zerbo (org.). *História Geral da África: Metodologia e pré-história da África*. São Paulo. Unesco. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000190249>

## Notas

<sup>i</sup> Agradecemos al apoyo financiero y continuo del Instituto Mercosur de Estudios Avanzados (IMEA) de la Universidad Federal de Integración Latinoamericana (UNILA), concedido vía EDITAL N° 6/2022/IMEA-UNILA (10.01.05.10).

<sup>ii</sup> Los límites de la investigación involucran energías ya consolidadas, aunque nos encontramos en un momento de cambio en los paradigmas. Una expresión de este proceso son las investigaciones sobre fusión nuclear, hidrógeno verde, nuevos metales para la creación de baterías en vehículos más duraderas, entre otros.

<sup>iii</sup> Esta cuestión es histórica y ya estuvo en la agenda de los debates en Brasil. En la primera mitad del siglo XX, los recursos naturales estratégicos, fueron objeto de discusiones expresando los intereses de las empresas extranjeras, por un lado, y, por otro, la soberanía en el uso del subsuelo de los países del Sur Pobre.

<sup>iv</sup> La implementación de techos verdes, de sistemas fotovoltaicos, de biocombustibles, son los cambios que están ocurriendo en las ciudades. En el campo, la disminución en el uso de leña como fuente de energía, el mayor consumo de hidroelectricidad, la adopción de biodigestores y la implementación de plantas fotovoltaicas.

<sup>v</sup> El término geopolítica tiene varios significados e interpretaciones, dependiendo del período histórico. En este artículo se utilizó con el sentido de centrarse en los recursos naturales disponibles y en las características geográficas utilizadas para definir las políticas nacionales y la política exterior de un país.

<sup>vi</sup> La sede de la institución se encuentra actualmente en Ecuador y cuenta con 27 países en su membresía permanente, además de contar con un observador externo, que es Argelia.

<sup>vii</sup> La Jamaica gastó 118% más de lo que recaudó con sus exportaciones en el año 2010 para cubrir la importación de petróleo, la principal fuente de energía del país. Por otro lado, en 2017 se perdió el 27% de toda la energía que produjo debido a la precariedad de la infraestructura energética.

<sup>viii</sup> A pobreza energética se refiere a la falta de acceso a los servicios energéticos modernos por parte de personas o grupos. También tenemos otra definición, cuando una familia gasta más del 10% de sus ingresos en recursos energéticos.

<sup>ix</sup> Un ejemplo es el consumo de energía eléctrica en Brasil en 2022. El mayor consumo per cápita (3.084 kWh/hab) se registró en la región Sur (30,7 millones de habitantes), mientras que el menor (1.516 kWh/hab) en la región Noreste (58,1 millones). Por otro lado, el 65% del total de la energía se destinó al transporte de carga y pasajeros, y al sector industrial.

<sup>x</sup> En Argentina, aproximadamente 97% de las residencias están conectadas a la red eléctrica, sin embargo, solo el 56% utiliza gas de red para cocinar. El resto de la población depende de gas a granel u otras fuentes de combustible (como leña o carbón) para cocinar. En el campo, esta situación es aún peor.

<sup>xi</sup> En 2022, la organización “Caleidoscopio humano” afirmó que durante el primer trimestre se registraron 13.423 fallas eléctricas, siendo más afectadas: Mérida (67%), Maracaibo (66%) y San Cristóbal (62%). Son ciudades con un importante número de personas y lejos de la capital de Venezuela (Caracas) y cerca de Colombia.

<sup>xii</sup> Un gasoducto, por ejemplo, abastece a España con gas producido en Argelia, atravesando Marruecos y el Estrecho de Gibraltar antes de llegar a la Península Ibérica.

<sup>xiii</sup> El Brasil exporta materias primas e importa derivados de petróleo con mayor valor agregado. Por otro lado, Paraguay exporta cerca del 85% de la energía eléctrica que produce, favoreciendo el funcionamiento de industrias en otros países, en detrimento de las carencias energéticas de su propia población.