

# Quema de leña y carbón en ambientes cerrados

---

Contaminación del  
aire y riesgos a la  
salud



# Sumario

|  |           |
|--|-----------|
| <b>En foco, la salud de la población</b>   | <b>3</b>  |
| <b>El peligro dentro de casa</b>   | <b>5</b>  |
| <i>Investigaciones científicas y posibles soluciones</i>                                 |           |
| <i>Milenio de humo contaminante</i>  |           |
| <i>La "Edad del Humo"</i>  |           |
| <b>Estándares de calidad del aire para residencias</b>                                   | <b>11</b> |
| <i>Partículas y gases o vapores</i>  |           |
| <i>Principales contaminantes internos, sus fuentes de emisiones y efectos a la salud</i> |           |
| <i>Factores que afectan la calidad del aire de interiores</i>                            |           |
| <b>Cocinas y combustibles</b>  | <b>17</b> |
| <b>Uso de la leña en el mundo</b>  | <b>19</b> |
| <b>Iniciativas para minimizar la contaminación</b>                                       | <b>24</b> |
| <b>Uso de la leña y del Gas LP en Brasil</b>   | <b>26</b> |
| <i>De Norte a Sur, diferentes razones para el uso de la leña</i>                         |           |
| <b>El costo de la contaminación domiciliar en Brasil</b>                                 | <b>31</b> |
| <b>Ventajas del Gas LP para la salud y el medio ambiente</b>                             | <b>34</b> |
| <i>Menor emisión de partículas y de gases contaminantes</i>                              |           |
| <b>¿Cómo evitar el calentamiento global?</b>   | <b>38</b> |
| <i>¿Cuál es la "huella de carbono" del Gas LP?</i>                                       |           |
| <i>El carbono negro</i>  |           |
| <i>No es sólo la quema que contamina</i>   |           |
| <b>Combustibles de menor impacto ambiental</b>   | <b>42</b> |
| <b>Glosario</b>  | <b>44</b> |

Esta publicación fue elaborada en marzo de 2017 a partir del estudio *Contaminación en ambientes cerrados como factor de riesgo a salud: el uso de la leña como factor agravante*, realizado por el Grupo *Poluição Indoor Causada por Lenha*, de SINDIGAS, en alianza con PUC-RJ y UERJ.

Con una amplia revisión de la literatura científica mundial, con el análisis de artículos publicados por estudiosos e instituciones de renombre, se hizo un minucioso levantamiento de datos generados por agencia gubernamentales brasileñas, teniendo como resultado el más contundente estudio realizado en el país sobre el uso de diferentes formas de cocción y sus implicancias en la salud y el medio ambiente.

*Edición de texto, preparación de originales y revisión:* Gustavo Barbosa. *Proyecto gráfico y diagramación:* Conceito Comunicação Integrada ([www.conceito-online.com.br](http://www.conceito-online.com.br)). *Fotos:* reproducción del Internet.

# En foco, la salud de la población

Los resultados de la investigación preliminar realizada por SINDIGAS, PUC-RJ y UERJ, sobre contaminación en ambientes cerrados como factor de riesgo a la salud, señalan un problema de salud pública que hasta hoy no había sido considerado con la debida atención en nuestro país.

Muchos estudios científicos, tanto de observación como de intervención han sido desarrollados en los últimos años, respecto a la quema de combustibles sólidos en la cocción de alimentos y los efectos de esta práctica a la salud de la población, en varios países. De a poco los resultados que están siendo difundidos revelan un grave problema de salud pública mundial, confirmando las estimativas de la OMS sobre el número de muertes prematuras y enfermedades crónicas relacionadas a este factor de riesgo.

En Brasil, el estudio del SINDIGAS/PUC/UERJ - el primero de alcance nacional - revela apenas la punta del iceberg. Nuevas investigaciones deberán surgir, utilizando datos aún más precisos y correcciones más precisas sobre los niveles de exposición a emisiones contaminantes que ocurren en el cotidiano de millones de hogares brasileños.

**Las muertes provenientes de la quema de combustibles sólidos, especialmente leña, en las cocinas de las casas brasileñas, ocasionan un costo anual superior a R\$ 3 billones al país.**

Lo que ha sido posible evaluar, entre otros detalles igualmente importantes, es que las muertes prematuras provenientes de la quema de combustibles sólidos, especialmente leña, en las cocinas de las casas brasileñas, ocasionan - además del inmensurable sufrimiento a las familias - un costo anual superior a 3 billones de *reais* para el país. La verdad es que este costo es aún más alto, pues el cálculo no incluye, por falta de datos consistentes, las situaciones de enfermedad (costo de tratamiento y, principalmente, años perdidos por incapacidad). También se debe considerar que las enfermedades causadas por el humo de la leña pueden alejar al trabajador y obligarlo a una jubilación temprana, lo que se convierte en un costo más para el gobierno.

Otra contribución extremadamente oportuna del estudio del SINDIGAS/PUC/UERJ es el hecho de presentar soluciones que están siendo adoptadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), por gobiernos de varios países y por entidades internacionales como *World LP Gas Association*. Son acciones de gran alcance y de costo razonablemente bajo, capaces de minimizar los impactos de ese tipo de contaminación sobre la salud humana y sobre el medio ambiente en general.

Iniciativas como éstas siempre tendrán el apoyo de SINDIGAS, actuando en colaboración con el Poder Público y toda la sociedad, para consolidar el uso de combustibles limpios y las buenas prácticas sustentables en la gestión y en el consumo de energía en nuestro país.

**Este trabajo señala soluciones de gran alcance y de bajo costo, que pueden minimizar los impactos de la contaminación sobre la salud humana y sobre el medio ambiente en general.**

# El peligro dentro de casa

La contaminación del aire es un tema de gran evidencia hace varias décadas, tanto en la media como en las instancias de gobierno, organismos internacionales, entidades no gubernamentales, universidades, centros de investigación y en el cotidiano de los ciudadanos mínimamente informados en relación a los asuntos de medio ambiente en todo el mundo. Sin embargo, pocos saben que muchas veces la concentración de contaminantes es mayor en los ambientes internos, que están sujetos no sólo a la contaminación externa como también a las emisiones contaminantes producidas en el propio lugar.

En general, los ambientes cerrados son más contaminados que los externos debido a fuentes internas, principalmente la quema de leña en cocinas rústicas para la preparación de alimentos, además de los materiales de construcción y actividades diversas.

Como pasamos la mayor parte de la nuestra vida dentro de recintos cerrados, es fácil comprender que la calidad del aire en estos ambientes es un factor fundamental para nuestra salud.

**En varias partes del mundo, cada año mueren por lo menos 4,3 millones de personas a causa del uso de combustibles sólidos para cocinar.**

De acuerdo con OMS, cada año cerca de 7 millones de muertes prematuras alrededor del mundo son causadas por la contaminación del aire (externa e interna). Y más del 60% de este total corresponde a la contaminación en ambientes residenciales. Es decir, por el menos 4,3 millones de personas mueren por causa de la quema de combustibles sólidos en cocinas con ventilación ineficiente, principal fuente de contaminación interior en varias partes del mundo. En su mayoría, estas muertes ocurren por enfermedades cardíacas, accidente vascular cerebral, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y cáncer de pulmón. Además de las muertes, también un número significativo de enfermedades respiratorias agudas ocurren en niños.



# Investigaciones científicas y posibles soluciones

Las enfermedades relacionadas a la contaminación del aire en ambientes domésticos ocupan el quinto lugar en el *ranking* mundial. Mujeres y niños son los más afectados por pasar más tiempo en sus residencias, expuestas a altas cargas de contaminantes, mucho mayor a los límites recomendados por las agencias ambientales.

**La quema de leña en una cocina rústica corresponde a 400 cigarros por hora.**

De acuerdo con el Dr. Kirk Smith, profesor de Salud Ambiental Global de la Universidad de California, en Berkeley, la quema de biomasa/leña en una cocina rústica, sin una chimenea adecuada, muy común en residencias de las clases más pobres, corresponde a la quema de 400 cigarros al día.

Innumerables estudios han sido realizados en varias partes del mundo, comprobando que la quema de combustibles sólido en ambiente residencial es un factor de riesgo ambiental cuyos efectos a la salud son severos y puede llevar a los individuos más expuestos al padecimiento y a la muerte.

Además de indicar daños a la salud, este factor de riesgo, cuando se le compara a alternativas menos contaminantes, muchos estudios también demostraron que existen soluciones de costo razonablemente bajas que pueden minimizar tales efectos. Iniciativas gubernamentales y no gubernamentales han sido implementadas en algunos países, con ese objetivo.

**Cerca de 30 millones de brasileños continúan expuestos diariamente a los riesgos de la contaminación en sus casas.**

En Brasil, los combustibles sólidos continúan siendo la principal fuente de energía para algunos segmentos de la población, alcanzando diariamente a aproximadamente 30 millones de personas. Son muy pocos los estudios científicos sobre los impactos de esta práctica, que ocasiona perjuicios ambientales, sociales y de salud pública, resultando inclusive en costos altísimos para el Estado.

Investigar la dimensión actual de este problema en nuestro país es extremadamente importante y necesario. Pero, también, es necesario crear nuevas iniciativas y desde ya, intensificar programas existentes, apoyando la transición de la quema diaria de leña hacia el uso de cocinas más eficientes y de combustibles más limpios.

# Milenio de humo contaminante

Desde que los seres humanos vivían en las cavernas, el fuego trajo confort térmico a las habitaciones y empezó a ser usado en la preparación de alimentos. La necesidad de ventilación era conocida tanto para alimentar el fuego como para eliminar el humo.

Muestras de tejidos del pulmón de momias de Egipto, Perú, Gran Bretaña y otros lugares revelaron que antiguas sociedades sufrieron de antracosis, oscurecimiento de los pulmones causado por larga exposición al humo en actividades domésticas. El humo era tolerado en residencias pues alejaba los mosquitos y otras plagas. Entre tanto, la mala calidad del aire interno - con altas concentraciones de partículas nocivas - aumentó la incidencia



de enfermedades respiratorias crónicas y el riesgo de muerte. Relatos de Aretaeus de Capadocia, Aulus Cornelius Celsus, Plinio, Velho y otros médicos indican que las enfermedades a los pulmones se generalizaron en las civilizaciones clásicas de la cuenca del Mediterráneo.

Los ciudadanos de la antigua Atenas y Roma habían registrado reclamos sobre los efectos de la contaminación del aire en la salud humana. Las emisiones en estas ciudades, que dejaban el cielo oscuro, provenían de los procesos de combustión de casas, hornos de fundición, cerámicas y otros talleres pre industriales.

### **En antiguas civilizaciones, la mala calidad del aire interno provocaba enfermedades respiratorias crónicas fatales.**

En la Edad Media (476-1000 DC), las personas se preocupaban con la transmisión de enfermedades por el aire en ambientes cerrados. La humareda de cocinas abiertas y chimeneas, principalmente en casas pequeñas, transformaba el aire en uno extremadamente tóxico. Por esta razón, el Rey Charles I (1600-1649), de Inglaterra, decretó que todas las casas deberían tener ventanas grandes y una altura de 3 metros, para un mejor retiro del humo.

### **Humo de cocinas abiertas y chimeneas, principalmente en casas pequeñas, en la Edad Media, transformaba el aire en uno extremadamente tóxico.**

## **La "Edad del Humo"**

Durante la Revolución Industrial, era tanto el carbón alimentando los hornos de las fábricas en Gran Bretaña, Alemania, Estados Unidos y otros países que la calidad del aire urbano empeoró como nunca antes. Ciudades e industrias crecían en medio del humo de los combustibles fósiles, produciendo una contaminación atmosférica que se convirtió en un gran problema ambiental en toda Europa y en el resto del mundo. Más aún, se pensaba que dentro de una casa o edificio, las personas estarían protegidas.

La contaminación del aire en ambientes cerrados empezó a ser motivo de preocupación sólo en los ambientes industriales.



Max von Pettenkoffer (1818-1901), químico e higienista alemán, fue uno de los primeros en reconocer la importancia de la calidad del aire en residencias y oficinas como modo de control enfermedades infecciosas.



**Se pensaba que dentro de una casa o edificio, las personas estarían protegidas de la contaminación.**



En este mismo período, la británica Florence Nightingale (1820-1910), precursora de la enfermería moderna, observó durante sus experiencias en hospitales en la Guerra de Crimea que la propagación de enfermedades entre los soldados heridos era mayor y más rápida en los ambientes completamente ocupados y con poca ventilación.

La buena calidad del aire en los interiores es imprescindible para la buena salud, tanto en las residencias como en los edificios (oficinas, fábricas, hospitales, escuelas, restaurantes, teatros) y en vehículos (autobús, automóviles, trenes, aviones, etc.).

# Estándares de calidad del aire en residencias

En 2014, la Organización Mundial de la Salud (OMS), emitió directrices específicas en relación a la calidad del aire en los interiores y la quema de combustible doméstico. Algunos países como Alemania y Canadá, también ya tienen estándares residenciales.

Brasil aun camina a pasos lentos, probablemente por la falta de estudios científicos, ya que tenemos pocos laboratorios equipados y con personal calificado, lo que impide el desarrollo de estándares de calidad.

El Ministerio de Salud, especialmente en el ámbito de la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, tiene normas sobre la Calidad del Aire de Interiores (QAI-su sigla en portugués) más focalizadas en la limpieza de los sistemas de climatización. Los valores máximos para contaminantes presentes en el aire de ambientes internos se basan en recomendaciones de organismos internacionales y nacionales, adaptadas a la realidad brasileña. Entretanto, es necesario realizar estudios experimentales para definir metodología y estándares dentro de las condiciones climatológicas y socioeconómicas del país.

**Es necesario realizar estudios experimentales para definir estándares dentro de las condiciones climatológicas, sociales y económicas del país.**

# Partículas y gases o vapores

Los contaminantes del aire, generados por diversas fuentes, son numerosos y consisten en partículas de diferentes tamaños, fibras, humos, gases, vapores y bioaerosoles (dispersión aérea de partículas orgánicas o inorgánicas que contienen todo o partes de entidades biológicas, tales como bacterias, virus, hongos o esporas).

De modo general, se acostumbra a dividir estos contaminantes en *partículas* (sólidas o gotas) y *gases o vapores*.

Las partículas que son de interés a QAI incluyen el grupo de las partículas respirables, humo de cigarro, fibra de asbestos, alérgenos (polen, hongos, mohos, heces y partes de insectos) y patógenos (bacterias y virus). Por otro lado, los gases y vapores de mayor interés incluyen el Monóxido de carbono, (CO), Dióxido de carbono, (CO<sub>2</sub>), formaldehído (HCHO), compuestos orgánicos volátiles (COVs), óxidos de nitrógeno (NO y NO<sub>2</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>).

A continuación veremos resumidamente, los más importantes contaminantes internos, sus fuentes de emisión y los daños que provocan a la salud humana.



# Principales contaminantes internos, sus fuentes de emisiones y efectos a la salud

| Contaminante  | Fuente de emisión  | Efectos   |
|---|--|---|
| <b>Monóxido de carbono, CO</b><br>Gas asfixiante sin color, olor o sabor, que se produce por la combustión incompleta (en presencia de poco oxígeno).   | Calderas, calentadores a gas o querosén, cocinas a gas, cocinas a leña, chimeneas, cigarro, automóviles en garajes.<br>Las emisiones de este gas han disminuido por la reducción en el consumo del cigarro y reducción en el uso de cocinas/calentadores más eficientes.   | Reducción de la capacidad del sistema circulatorio en el transporte de oxígeno.<br>Agravamiento de enfermedades cardiovasculares.<br>Dolores de cabeza y muerte.  |
| <b>Dióxido de carbono, CO<sub>2</sub></b><br>Gas incoloro e inodoro.  | Respiración. Exhalado por los humanos durante los procesos metabólicos.<br>Combustión (gases, madera, carbón, querosén, vehículos en garajes). Cigarro.  | Asfixia, irritación del tracto respiratorio, sensación de ahogo e incomodidad, dolores de cabeza, vértigos y náuseas.   |
| <b>Dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub></b><br>Color rojizo. Soluble en agua y con fuerte olor acre. Se forma de la combinación de nitrógeno y de oxígeno del aire en procesos de combustión a temperaturas elevadas.   | Quema de querosén y gases en calentadores.<br>Cocinas a leña y a gas.<br>Automóviles con motor encendido en garajes.<br>Cigarro.   | En altas concentraciones, causa daños en los pulmones y aumenta los problemas de infección respiratoria.<br>Puede causar bronquitis aguda y muerte.   |
| <b>Dióxido de azufre, SO<sub>2</sub></b><br>Gas incoloro con hedor fuerte, producido durante la quema de carbón que contiene azufre como impureza y otros combustibles con azufre.<br>Soluble en agua   | Calentadores a querosén (parafina) Aparatos a gas y carbón.<br>Motores a gasolina, diésel carbón con azufre.<br>En las residencias, sus niveles generalmente son menores que en los ambientes externos.  | Fácilmente absorbido por las mucosas nasales y por el tracto respiratorio, en concentraciones altas causa serios problemas en los pulmones.   |
| <b>Ozono, O<sub>3</sub></b><br>En la Capa de Ozono, filtra la radiación ultravioleta tipo B, nociva a los seres vivos.<br>A nivel del suelo es un gas contaminante, que provoca aumento de temperatura de la superficie, lo que puede causar problemas para todos los seres vivos.  | Aire externo, máquinas fotocopiadoras, filtros de aire electrostáticos, reacciones fotoquímicas.   | Dependiendo de la concentración en el ambiente, causa dolores de cabeza, dolores en el pecho, garganta inflamada y tos.   |
| <b>Compuestos orgánicos volátiles, COV</b><br>Los más conocidos tipos de COV son: hidrocarburos aromáticos poli cíclicos (HAP); pentaclorofenol; dicloro difenil tricloroetano (DDT); benceno, tolueno y xilenos (BTX); cloro fluoro carbono (CFC - Freones); polibromobifenilos (PBP); bifenilos policlorados (PCB eskarel); y otros, componentes y productos de limpieza.<br>Todos altamente tóxicos; muchos ya tienen sus usos prohibidos. | Los que están presentes en muchos productos, incluyendo los plásticos, corantes, adhesivos, solventes, materiales de construcción, tintas, barnices, cigarro, alfombras, muebles, cortinas, productos de limpieza e higiene, insecticidas, fungicidas, equipos electrónicos y fotocopias, sistema de aire acondicionado.<br>Se generan en la quema de combustibles y también en las diferentes prácticas de cocimiento (carnes a la parrilla, frituras, etc.). Temperaturas mayores generan más HPA. | Irritación en los ojos, piel y tracto respiratorio, dolores de cabeza, fatiga, confusión y cáncer.<br>Los HPA tienen potencial cancerígeno. En el aire, se pueden absorber en partículas e inhalados, alcanzando los pulmones.<br>En Inglaterra, se registraron muchos casos de cáncer en limpiadores de chimeneas y trabajadores de la industria de combustible, por causa del benzopireno, el HPA más conocido. |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Partículas</b><br>Forma más visible de contaminación del aire. “Material particulado” (MP) es el término más empleado en el control de la contaminación del aire y se refiere a las partículas sólidas que se pueden recolectar. | Se quedan suspendidas en el aire, en forma de polvo, neblina, aerosol, humo y hollín.<br>Fuentes más comunes: quema de biomasa (leña, mata, etc.) o combustible fósil (gasolina, diésel, gases combustibles, querosén, etc.) y cigarro. | Gran influencia en el medio ambiente y en la salud.<br>Asociado al aumento de la mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, exacerbación de alergias, asma, bronquitis crónica e infección del tracto respiratorio. |
| <b>Formaldehídos, HCHO</b>  | Aglomerados, compensados, aislamiento, muebles, paneles, alfombras, cigarro, equipos electrónicos, productos de limpieza.   | Irritante de piel, ojos y tracto respiratorio, cáncer y muerte,  |
| <b>Acetaldehídos, CH<sub>3</sub>CHO</b>   | Metabolismo del alcohol, productos de limpieza y humo de cigarro.   | Carcinógeno y genotóxico.  |
| <b>Radón, Rn</b>  | Suelo, materiales de construcción y agua subterráneas.  | Cáncer de pulmón.  |
| <b>Metales de alta toxicidad</b><br>Plomo, arsénico, mercurio, cadmio, etc.   | Tintas, conservantes, aire externo.   | Cáncer.  |
| <b>Alérgenos</b>  | Polvo, insectos, animales domésticos, polen, faves de ácaros y gatos, canes, roedores.  | Alergias.  |
| <b>Asbestos (amianto)</b>   | Materiales retardantes de fuego y aislamiento.  | Cáncer de pulmón, mesotelioma y asbestosis.  |
| <b>Hongos</b>   | Suelo, plantas, alimentos, superficies internas.  | Alergias.  |
| <b>Bacterias y virus</b>  | Personas, animales, plantas, acondicionadores de aire.  | Alergias, enfermedades de los legionarios, aspergilosis.   |

# Factores que afectan la calidad del aire en interiores

A partir de la década de 1970, cuando ocurrió la crisis del petróleo, los países con invierno riguroso, principalmente en el Hemisferio Norte, adoptaron sistema de calefacción con mayor aislamiento térmico y menor consumo de energía. Sin embargo, los niveles de concentración de contaminantes aumentaron en esos ambientes internos, debido a la bajo intercambio de aire externo/interno, entre otros factores, resultando en problemas de salud a sus ocupantes.

En ese período fue que la presencia de contaminantes empezó a ser monitoreada en los ambientes cerrados, para evaluación de la calidad del aire.

Muchos productos que hoy se consideran altamente tóxicos - como formaldehído, asbestos, tabaco y solventes tóxicos sueltos por pegamentos - eran usados a gran escala. Hoy, esos materiales están prohibidos por ser perjudiciales a la salud, pero los productos actuales, aunque son menos emisores, también tienen potencial de generar contaminantes. Es el caso de algunos materiales de construcción, acabamiento, muebles, tintas, productos de limpieza e higiene, iluminación, acondicionamiento de aire, equipos y combustibles usados en cocina, que influyen en la calidad del aire.

## En Brasil, aún hay muy poco conocimiento y entrenamiento en relación a la importancia de la calidad del aire en los ambientes cerrados.

Para reducir costos, se usan materiales más baratos, que ni siempre tienen la especificación adecuada. Los espacios son más pequeños, con menos ventanas y mayor número de ocupantes. Todos estos factores ocasionan mayor nivel de contaminantes.

En Brasil, aún hay muy poco conocimiento y entrenamiento en relación a la importancia de la calidad del aire en los ambientes cerrados. Las empresas y los profesionales que proyectan, construyen y mantienen los edificios deben preocuparse no sólo con la comodidad sino también con la salud.

# Cocinas y combustibles

Los problemas de salud causados por el uso de combustibles sólidos como leña y carbón vegetal en ambientes residenciales están relacionados al tipo de combustión (quema). La combustión completa ni siempre ocurre, lo que genera gases y materiales particulados potencialmente tóxicos, conforme a la cantidad que se concentra en el ambiente durante la quema.

Los tipos y los niveles de contaminantes generados por la quema durante la cocción van a depender del equipo utilizado, de las condiciones del proceso de combustión (chimeneas poco eficientes o mal construidas, vaciamiento en el sistema de escape de cocinas o chimeneas) y del tipo de combustible (leña, Gas LP, querosén, carbón, etc.).

**Los tipos de cocinas y combustibles usados influyen directamente en la calidad del aire de una residencia.**



# Tipos de cocinas

- *Tradicional* (ejemplo: cocina de tres piedras con quema de combustible sólido).
- *Mejorados o perfeccionados* (puede ser hecho de forma barata a partir de los recursos locales, generando menos humo, menos oscurecimiento de los utensilios, economía de combustible, además de ser portátiles).
- *Modernos o eficientes* (la cocina a gas, por ejemplo, consume menos combustible y emite menos cantidad de gases y partículas).

El uso de aparatos inadecuados, defectuosos o instalados incorrectamente puede generar problemas graves de salud.

# Tipos de combustibles

En las residencias se emplean diversos combustibles para la cocción.

Provenientes de diferentes fuentes, ellos tienen distintos impactos en la salud y el medio ambiente.

Según *World Energy Council*, los combustibles más comunes para esta finalidad se pueden agrupar en tres categorías:

- *Modernos* (energía eléctrica y Gas LP).
- *Intermedios* (querosén y carbón vegetal).
- *Tradicional* (leña, estiércol seco y residuos agrícolas).



# Uso de leña en el mundo

La leña ha sido usada como forma de energía desde el descubrimiento del fuego, hace más de 750 mil años. Igualmente continuó siendo usada en la Revolución Industrial (siglos XVIII y XIX). Actualmente, ocupa una parte importante de la matriz energética mundial, principalmente, de los países más pobres.

Un estudio que realizó la Organización Mundial de la Salud en 2006, por investigadores del Departamento de Protección del Medio Ambiente Humano, evaluó las tasas mundiales del uso de combustibles sólidos para fines domésticos. En este estudio, “combustible sólido” incluyó carbón mineral, carbón vegetal, madera, culturas u otros residuos agrícolas, estiércol, arbustos, césped, paja y otros. Algunos de estos datos se obtuvieron a través de registros de OMS y del Banco Mundial; otros se estimaron utilizando modelos estadísticos. La tasa promedio del uso de combustibles sólidos es bastante elevada, representando un 52% de la energía total que se utiliza mundialmente, principalmente para cocción.

En este escenario, Brasil aparece con más del doble que los países desarrollados, un 12% difiriendo de otros países latinoamericanos como Argentina, Uruguay, Chile, Venezuela, Ecuador y Cuba, cuyos índices inferiores a 5% son similares al de los países desarrollados.

Las regiones con mayor porcentaje, también, son las consideradas más pobres: África Subsahariana, sudeste de Asia y la Región del Pacífico Occidental (entre 74% y 77%), considerando que en muchos países de estas regiones el porcentaje es superior a 95%.

**GUATEMALA** | Un gran estudio comparativo relató diferencias importantes en indicadores de salud de recién nacidos cuyas madres estuvieron muy expuestas (quema de leña sin chimenea) o no expuestas (gas o electricidad) al humo de combustibles sólidos en domicilios. Los autores analizaron datos de una muestra de 1.717 mujeres y sus hijos recién nacidos, residentes en domicilios ubicados en seis distritos rurales y uno urbano de la provincia de Quetzaltenango. En promedio, el peso de los niños recién nacidos era significativamente menor en casas donde se usaba leña, con o sin chimenea, en comparación a los domicilios en los cuales las madres usaban cocinas eléctricas o a gas.

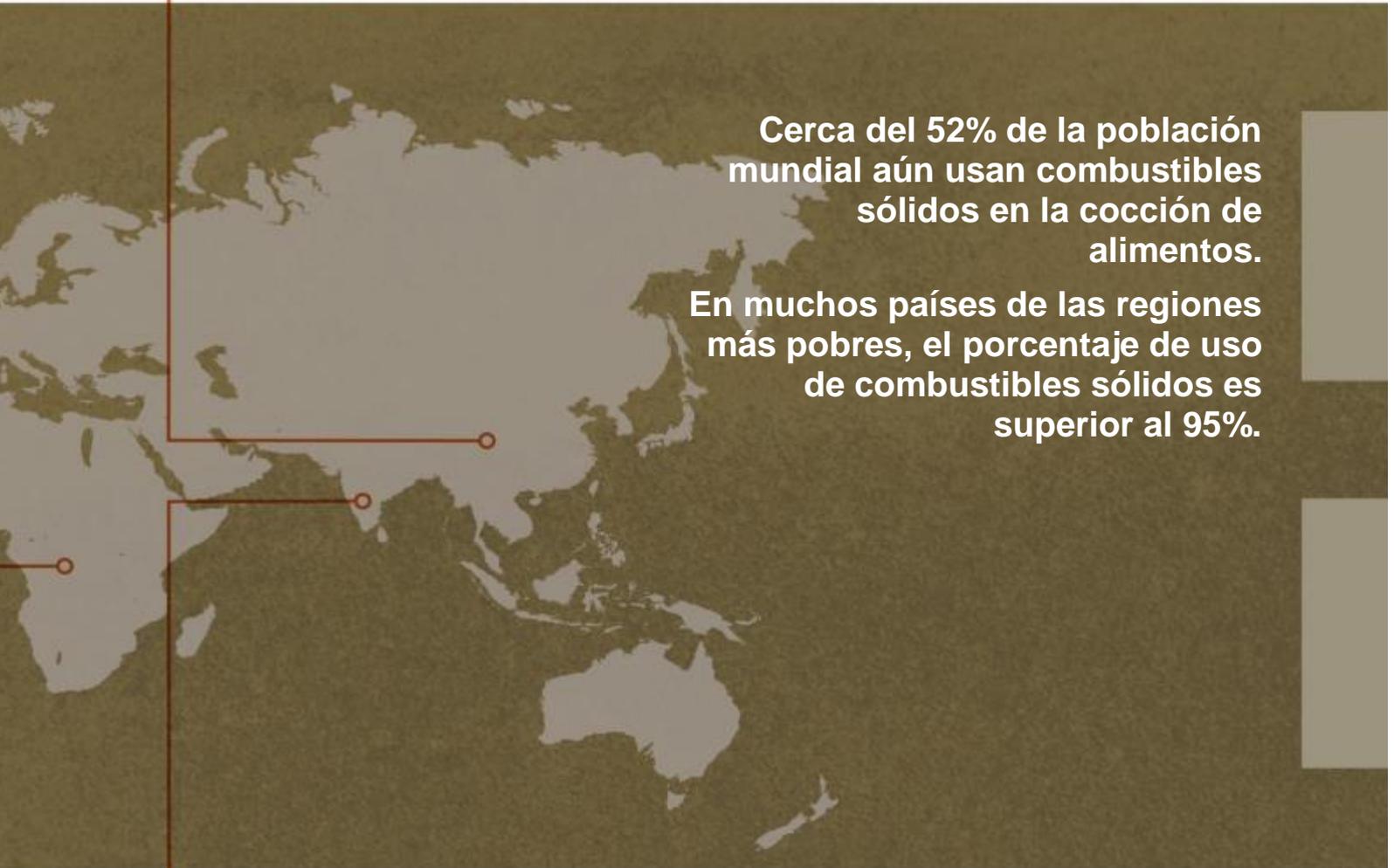
## El uso de la leña en el mundo y los riesgos

Estudios recientes en diversos países mostraron fuerte correlación entre la quema de leña en residencias y varios daños a la salud de la población.

En esta página presentamos algunos ejemplos, entre innumerables otros ejemplos que podrían ser nombrados, focalizando principalmente mujeres y niños.

**ÁFRICA SUBSAHARIANA** | Investigación realizada en un área semi rural de la región de Camarones, donde el 90% de las personas dependen de la quema de biomasa para suplir la demanda doméstica de energía, evidenció la mayor incidencia de bronquitis crónica en mujeres que cocinaban utilizando leña.

**CHINA** | La contaminación del aire en domicilios causada por el uso de combustibles sólidos fue considerada por los autores de un estudio que revisó más de 200 publicaciones científicas, como el factor de riesgo ambiental más adverso para la salud en China. La presencia de una enfermedad respiratoria crónica aumenta el riesgo de diagnóstico posterior de cáncer en el pulmón. Una de las investigaciones que se realizaron en el país focalizó específicamente mujeres no fumadoras en la ciudad de Taiyuan, investigando el papel de varios contaminantes en la incidencia de cáncer y los resultados fueron significativos.



Cerca del 52% de la población mundial aún usan combustibles sólidos en la cocción de alimentos.

En muchos países de las regiones más pobres, el porcentaje de uso de combustibles sólidos es superior al 95%.

**La India** | En un estudio donde se analizó una muestra de 1.744 gestaciones, se constató que las mujeres que residen en domicilios en que se utiliza leña para cocinar tuvieron hijos con menos peso, en relación a las que usaban gas LP, y la incidencia de natimueertos también fue mayor: 4% contra 0%.

## Porcentaje de la población usando combustibles sólidos, en las diversas regiones del mundo (conforme a la clasificación de OMS)

### ÁFRICA • 77%

|                 |     |              |     |                            |     |
|-----------------|-----|--------------|-----|----------------------------|-----|
| África del Sur  | 18  | Gabón        | 28  | Kenia                      | 81  |
| Argelia         | <5  | Gambia       | >95 | Rep. Centro Africana       | >95 |
| Angola          | >95 | Gana         | 88  | Rep. Democrática del Congo | >95 |
| Benín           | 95  | Guinea       | >95 | Ruanda                     | >95 |
| Botsuana        | 65  | Guinea Bisáu | 95  | Senegal                    | 41  |
| Burkina Faso    | >95 | Lesoto       | 83  | Sierra Leona               | 92  |
| Burundí         | >95 | Madagascar   | >95 | Seychelles                 | <5  |
| Camarones       | 83  | Malawi       | >95 | Suazilandia                | 68  |
| Cabo Verde      | 36  | Mali         | >95 | Togo                       | 76  |
| Chad            | >95 | Mauricio     | 65  | Tanzania                   | >95 |
| Comoras         | 76  | Mauritania   | <5  | Uganda                     | >95 |
| El Congo        | 84  | Mozambique   | 80  | Zambia                     | 85  |
| Costa de Marfil | 74  | Namibia      | 63  | Zimbabue                   | 73  |
| Eritrea         | 80  | Níger        | >95 |                            |     |
| Etiopía         | >95 | Nigeria      | 67  |                            |     |

### AMÉRICA LATINA / CARIBE • 16%

|                   |    |             |     |                          |    |
|-------------------|----|-------------|-----|--------------------------|----|
| Antigua y Barbuda | 46 | El Salvador | 33  | Paraguay                 | 58 |
| Argentina         | <5 | Ecuador     | <5  | Perú                     | 33 |
| Bahamas           | <5 | Granada     | 48  | República Dominicana     | 14 |
| Barbados          | <5 | Guatemala   | 62  | Santa Lucía              | 63 |
| Belice            | 43 | Guyana      | 59  | San Cristóbal y Nieves   | <5 |
| Bolivia           | 25 | Haití       | >95 | San Vicente y Granadinas | 31 |
| <b>Brasil</b>     | 12 | Honduras    | 57  | Trinidad y Tobago        | 8  |
| Chile             | <5 | Jamaica     | 45  | Uruguay                  | <5 |
| Colombia          | 15 | México      | 12  | Venezuela                | 5  |
| Costa Rica        | 23 | Nicaragua   | 58  |                          |    |
| Cuba              | <5 | Panamá      | 33  |                          |    |

**EUROPA (CENTRAL Y ESTE) • 16%**

|                      |    |           |    |              |     |
|----------------------|----|-----------|----|--------------|-----|
| Albania              | 50 | Estonia   | 15 | Rumania      | 23  |
| Armenia              | 26 | Georgia   | 42 | Rusia        | 7   |
| Azerbaiyán           | 49 | Hungría   | <5 | Tayikistán   | 75  |
| Bielorrusia          | 19 | Letonia   | 10 | Turkmenistán | <5  |
| Bosnia y Herzegovina | 51 | Lituania  | <5 | Taquia       | 11x |
| Bulgaria             | 17 | Macedonia | 30 | Ucrania      | 6   |
| Kazajistán           | 76 | Moldavia  | 63 | Uzbekistán   | 72  |
| Eslovaquia           | <5 | Polonia   | <5 |              |     |

**ESTE DEL MEDITERRÁNEO • 36%**

|                 |     |          |    |               |     |
|-----------------|-----|----------|----|---------------|-----|
| Afganistán      | >95 | Yemen    | 42 | Marruecos     | 5   |
| Arabia Saudita  | <5  | Irán     | <5 | Ornan         | <5  |
| Baréin          | <5  | Irak     | <5 | Pakistán      | 72  |
| Chipre          | <5  | Jordania | <5 | Qatar (Catar) | 5   |
| Yibuti          | 6   | Kuwait   | <5 | Sudán         | >95 |
| Egipto          | <5  | Líbano   | <5 | Siria         | 32  |
| Emiratos Árabes | <5  | Libia    | <5 | Túnez         | 5   |

**SURESTE DE ÁFRICA • 74%**

|           |    |                    |    |       |    |
|-----------|----|--------------------|----|-------|----|
| Indonesia | 72 | Bangladés          | 88 | Nepal | 80 |
| Sri Lanka | 67 | La India           | 74 |       |    |
| Tailandia | 72 | Birmania o Myanmar | 95 |       |    |

**OESTE DEL PACÍFICO • 74%**

|           |     |                    |     |          |    |
|-----------|-----|--------------------|-----|----------|----|
| Camboya   | >95 | Islas Salomón      | 95  | Samoa    | 70 |
| China     | 80  | Laos               | >95 | Singapur | <5 |
| Corea     | <5  | Malasia            | <5  | Tonga    | 56 |
| Fiyi      | 40  | Mongolia           | 51  | Vanuatu  | 79 |
| Filipinas | 47  | Papúa Nueva Guinea | 90  | Vietnam  | 70 |

Fuente: OMS, 2008.

## Iniciativas para minimizar la contaminación en las residencias

Los altos índices de enfermedades y de muertes causadas por la quema de combustibles sólidos llaman la atención de las autoridades de salud en todo el mundo, como la Organización Mundial de la Salud. Iniciativas gubernamentales y no gubernamentales han sido desarrolladas, con la finalidad de solucionar tal problema.

Algunos programas han sido capaces de implementar o apoyar la transición para el uso de combustibles más limpios. Hay también varias iniciativas focalizadas en el uso de cocinas más eficientes, que reduzcan los niveles de contaminantes, sin cambiar el combustible utilizado. Entretanto, algunos estudios muestran que el uso de cocinas más eficientes en la quema de leña, las concentraciones de contaminantes aún sobrepasan los límites sugeridos por las agencia reguladoras.



# Incentivo para combustibles más limpios

Para incentivar el uso de formas de energía más limpias, algunos países crearon subsidios para el Gas LP y el querosén.

Uno de los primeros países en hacer uso del subsidio fue Senegal, en 1974. El programa preveía la suspensión de la tasa aduanera en la importación de todos los ítems unidos al Gas LP, para promover la sustitución del carbón vegetal en las áreas urbanas.

En La India, el gobierno aún subsidia el precio del Gas LP y del querosén vendidos por empresas estatales.

Otro ejemplo que merece destacarse es el proyecto que realizó el gobierno de Indonesia, donde más de 40 millones de casas dejaron de usar querosén para usar Gas LP.

Iniciativas no gubernamentales también han sido importantes para incentivar el uso de combustibles limpios. Un ejemplo es el “*Cooking for life*”, una campaña de *World LP Gas Association* (WLPGA), que tiene como objetivo facilitar la sustitución de combustibles contaminantes, tales como leña, querosén y otros, por el Gas LP. La campaña pretende alcanzar a un billón de personas hasta 2030, reduciendo en 500 mil los casos de muertes prematuras anuales.

**Programas de gobierno y de entidades internacionales buscan incentivar la sustitución de combustibles contaminantes por el Gas LP.**

Antes de lanzar esta campaña, WLPGA realizó un estudio en relación a cómo diez países hicieron o planean hacer la transición de combustibles tradicionales (como leña, carbón, carbón vegetal, residuos animales y querosén) al Gas LP, con fines de cocción. De los diez países seleccionados en el estudio, tres fueron en América del Sur (Brasil, Ecuador y Perú), tres en África (Gana, Kenia y Senegal), tres en Asia (La India, Indonesia y Sri Lanka) y uno en Turquía respectivamente. De modo general, los programas consiguen alcanzar sus objetivos cuando hay subsidios, reglamentaciones eficientes y buenas prácticas comerciales.

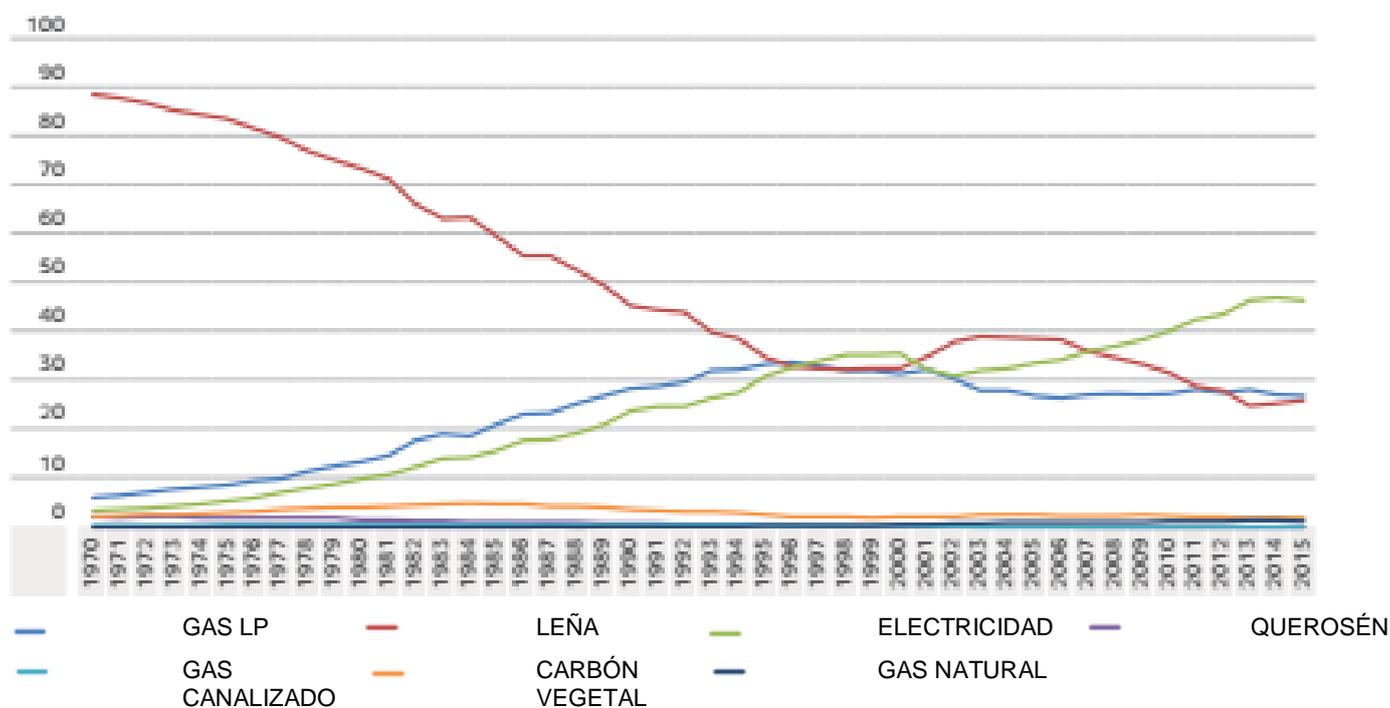
# Uso de leña y de Gas LP en Brasil

Entre las décadas de 1970 y 2000, el uso de leña en Brasil tuvo un declino considerable en el sector residencial y en los demás sectores. La facilidad de acceso al Gas LP hizo posible este cambio de comportamiento de la sociedad. Es importante recordar que el 56% de la población brasileña vivía en la zona urbana en los años 1970 y que este porcentaje había crecido a un 85% a mediados de la década del 2000.

Los subsidios otorgados a Gas LP desde el inicio de su producción en Brasil, así como los programas sociales del gobierno, como *Bolsa Familia* y el acceso a la electricidad, acarrearón el crecimiento del uso del Gas LP y de la electricidad, con la disminución del consumo de leña.

Entretanto, en el período comprendido entre 2000 y 2007, la leña volvió a ser el combustible más usado en el sector residencial, superando a la electricidad y al Gas LP, como se puede ver en el gráfico a continuación. La reducción de los subsidios para el Gas LP, lo hizo más caro y menos accesible a la población más carente, este fue uno de los principales factores que influyeron para volver al uso del antiguo combustible sólido. Desde 2013 a 2015, nuevamente se percibe un crecimiento del consumo de leña.

## Consumo en el sector residencial (%)



**Hay una relación directa entre el poder adquisitivo y el uso de combustibles más limpios en la cocción y otras actividades domésticas.**

Estudios muestran que hay una relación directa entre el poder adquisitivo y el uso de combustibles más limpios en la cocción y otras actividades domésticas. Este hecho se comprueba comparando los índices de la población más carente, que recibe hasta un salario mínimo, el 23% en el último censo de IBGE (2010) con los índices del uso de leña registrados por BEN (24%).

En Brasil, a pesar de que una gran parte de la población aún usa leña como forma de cocción, son pocos los estudios científicos realizados para evaluar los problemas referentes a esta actividad o programas gubernamentales que tengan el objetivo de mejorar este escenario.

# De Norte a Sur, diferentes razones para el uso de leña

En el Sur, la quema de leña se relaciona a las costumbres regionales y al clima frío. En el Norte, además de ser una forma de repeler insectos, el uso predominante de la leña se debe principalmente a la pobreza y a la falta de acceso a otras formas de energía, pues la energía eléctrica y el Gas LP todavía tienen un costo elevado para la población más carente.

En la región Noreste, donde vive la población de más baja renta del país, se encuentra el mayor número de cocinas a leña (42% del total). La principal fuente de leña en esta región es la *caatinga* (chaparral), representando casi el 50% de la energía primaria. Cerca del 80% de la leña retirada de este bioma se utilizada como fuente de energía, siendo la principal causa de deforestación. Sólo el 3% de esta leña se retira de forma sustentable.

En un estudio realizado en el *Litoral Norte da Paraíba*, con ocho comunidades cercanas a la *Destilaria Miriri*, se evaluó el nivel socioeconómico de la población y el uso de la cocina a leña y su origen. El estudio reveló una renta mensual de uno a dos salarios mínimos y un consumo de leña promedio de aproximadamente 0,8 m<sup>3</sup>/mes. En estas comunidades la leña se retira de los fragmentos de la floresta (Mata Atlántica) cercanas a las residencias. Es interesante observar que sólo el 24% de las familias hacen uso del Gas LP y no usan leña, por estar prohibido, por tener una renta suficiente o porque la edad de sus integrantes no les permite cogerla.

**En el Noreste, cerca del 80% de la leña se retira de la *caatinga* (chaparral), siendo la principal causa de deforestación.**

Otro estudio realizado en el interior del *Piauí* demuestra que la facilidad de acceso y el costo cero son determinantes en el uso de la leña. En las comunidades estudiadas, las cocinas son rudimentarias, generalmente ubicadas dentro de las casas y sin chimeneas, con bajísimo rendimiento energético (inferior al 10%), con alta emisión de contaminantes, principalmente particulados. La baja eficiencia energética ocasiona una mayor explotación de madera y, consecuentemente, la destrucción de la mata nativa y erosiones en el suelo, al paso que la contaminación de la quema de leña causa graves problemas de salud. No obstante el 80% de los hogares tienen cocinas a gas, éstos son poco usados, sólo para el cocimiento rápido de alimentos, mientras que la cocina a leña se usa diariamente, tanto en los horarios de comida y cena. La leña (troncos, leños y gajos secos) se recolecta de una a tres veces a la semana, cerca de casa. En el caso de que falte leña en las cercanías, se usan animales para ayudar a transportarla. Como la cocina a leña es la más usada, los propios usuarios la consideran peligrosa para los niños, no les gusta el exceso de calor y se incomodan con la presencia del humo y con el ennegrecimiento de las ollas y paredes. La mayoría de los usuarios hace uso de la cocina a leña por ser más económico.

**En varios municipios del interior, muchos hogares tienen cocinas a gas, pero los ocupan poco, mientras que la cocina a leña se usa diariamente en los horarios de comida y cena.**

En la zona rural del municipio de *Petrolina, PE*, en el 50% de las residencias había cocina a GAS LP, sin embargo, el uso de leña predominaba. La leña que se usaba para cocinar alimentos era recogida aproximadamente a 1 km de las casas, por lo menos tres veces a la semana, por mujeres y niños, gastando en promedio dos horas en esta actividad. A leña se retira principalmente de la mata nativa. Las cocinas, simples y poco eficientes, en muchas residencias estaban en el lado externo de la casa.





Un estudio que se realizó en *São João D'Aliança*, pequeño municipio de *Goiás*, estimó que el consumo promedio de leña por domicilio es de 10,54 kg, correspondiendo a 2,53 kg/adulto equivalente/día. En este municipio, aproximadamente un 19% de los domicilios sólo tienen cocina a leña, 12% tienen solamente cocina a GAS LP y 69% tienen ambos. Como se vio, en otras regiones, la cocina a Gas LP hace parte de la mayoría de los hogares, pero, es en la cocina a leña que se prepara la mayor parte de las comidas.

Estudios que se realizaron en cuatro municipios de la *Zona da Mata*, en *Minas Gerais*, constataron que, aunque teniendo acceso a la electricidad y al Gas LP, la población usaba la leña para algún fin. Comportamiento semejante se observó en municipios de *Paraíba*, donde también se hace uso concomitante de Gas LP y leña. En general, el uso de uno u otro se relaciona al tipo de actividad. Por ejemplo, el cocimiento de frijoles requiere un tiempo mayor y por eso es que preferencialmente se usa la cocina a leña, así como el GAS LP se usa para biscochos. Este comportamiento también se observó en otros países en desarrollo.

La cercanía de florestas ha sido un factor decisivo en el uso de la leña por las clases más pobres. La reducción del uso de leña en comunidades rurales se debe incentivar en función de beneficios individuales y colectivos, tales como: tiempo de recolección y riesgos de accidentes, exposición al humo y la conservación de florestas. La recolección de leña, generalmente, es tarea de las mujeres y niños. En esta tarea ellos corren riesgos de lesiones y accidentes, así como la mayor exposición al humo y quemaduras. Es una actividad que toma varias horas de la semana, reduciendo el tiempo de otras actividades productivas y de la escuela inclusive.

**La cercanía de florestas ha sido un factor decisivo en el uso de la leña por las clases más pobres.**

# El costo de la contaminación domiciliar en Brasil

¿Cuántas vidas Brasil pierde a causa de la quema de leña o carbón en las cocinas residenciales?

¿Cuántos años de vida saludable, los brasileños pierden por este motivo?

Las enfermedades crónicas, incapacidades o muertes prematuras, además de ser motivos de mucho dolor y sufrimiento para las familias, representan grandes perjuicios a todo el país.

Estas pérdidas se pueden cuantificar con el uso de una metodología implantada en 1990 por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que permite a los diferentes países la aplicación del mismo parámetro en la medición de la carga de enfermedades. Este modelo es el DALY (*Disability Adjusted Life Years*). Un DALY es igual a un año vivido en situación de incapacitación.

**La valoración de las pérdidas de vida humana es muy importante en las evaluaciones de costo-beneficio, en la planificación de políticas de medio ambiente y salud.**



## Perjuicio que se puede evitar

Un extenso levantamiento de datos en todos los estados brasileños, en base al censo del año 2000, hace parte del estudio que realizaron especialistas de UERJ, de PUC-RJ y de SINDIGAS, con el objetivo principal de calcular el impacto de la quema de carbón o leña para cocción en domicilios brasileños en la salud pública.

A partir de estos datos, se llegó al total de números de muertes atribuibles a la contaminación del aire en ambientes cerrados. Luego se calculó la cantidad de DALYs que corresponde a la pérdida prematura de esas vidas humanas. El total de DALYs fue de 71.702.

La valoración de estos totales es muy importante en las evaluaciones de costo-beneficio, en la planificación de intervenciones en políticas de medio ambiente y salud. Para esta valoración se aplica el concepto de *Value of a Statistical Life* (VOSL), que se utiliza cada vez más en estudios de costo-beneficio en el área de salud pública (Pearce, 1998).

En base a la cuota del dólar americano de 13/10/2016, el valor total anual atribuido a las muertes prematuras asociadas a la quema de leña o carbón en domicilios brasileños, supera los R\$ 3 billones por año.

Este valor se refiere sólo a óbitos y, por lo tanto, no incluye los costos de las enfermedades (medicamentos, atenciones, internaciones, inactividad, jubilación anticipada, etc.).

Aunque es un costo parcial, es mucho más de lo que sería necesario para hacer campañas educativas de alerta contra los peligros de dicha contaminación que ocurre dentro de las casas de las personas, y así incentivar el uso de combustibles limpios.

**Las muertes atribuidas a la quema de leña o de carbón en ambiente domiciliario representan al país un costo anual superior a R\$ 3 billones. Por mucho menos, campañas educativas de alerta contra la contaminación *indoor*, y de incentivo al uso de combustibles no contaminantes, como el GAS LP, salvarían millones de vidas.**

Incentivar la sustitución de precarias cocinas a leña por cocinas a Gas LP, así como subsidiar el precio de los cilindros de gas para las franjas más pobres de la población, son iniciativas que salvarían la vida de millones de brasileños que todavía están expuestos a ese peligro de muerte o de grave enfermedad crónica.



# Ventajas del Gas LP a la salud y al medio ambiente

El Gas LP es el más adecuado para substituir los combustibles sólidos y el querosén en domicilios, por ser un combustible más limpio, barato y estar más disponible por la facilidad de transporte. Otros combustibles considerados limpios (gas canalizado, biogás, etc.) no son accesibles en áreas rurales o de difícil acceso y son más caros, lo que los hace indisponibles a la población más carente.

Igualmente siendo de origen fósil, el Gas LP presenta algunas propiedades físicas relevantes al medio ambiente:

- en comparación a la mayoría de los hidrocarburos, el Gas LP tiene un bajo tenor de carbono para la relación con el hidrógeno, lo que significa que genera menores cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), por cantidades de calor producido;
- contiene más energía por kilogramo que la mayoría de los combustibles de la competencia; y
- no es un gas de efecto invernadero

El Gas LP presenta el mayor poder calorífico cuando se lo compara a los demás combustibles usados para cocción, lo que significa que necesita de una cantidad menor de combustible para alcanzar el mismo resultado en términos energéticos.

Por otro lado, los combustibles sólidos, como la leña, se han hecho más escasos, debido al aumento de la deforestación y a la intensificación de la necesaria vigilancia sobre el uso ilegal de la madera. La quema diaria de leña en las residencias como principal combustible para cocinar alimentos es un indicativo del nivel socioeconómico de un país, siendo una característica de los países en desarrollo y de los segmentos más pobres de la población.

**Las cocinas residenciales que usan combustibles de biomasa presentan concentraciones medias de partículas y de gases contaminantes mucho mayores a las que utilizan GAS LP.**

La mayoría de los estudios para evaluar los niveles de contaminantes emitidos por los diferentes combustibles usados en la cocción se realizó en países de África y de Asia, donde el uso de combustibles sólidos es una de las principales causas de las muertes prematuras. En Brasil, aún no hay estudios consistentes sobre el tema.

Los resultados de estos estudios indicaron que las cocinas que usan combustibles de biomasa presentan concentraciones medias de partículas y de gases contaminantes mucho más grandes a las que utilizan GAS LP.

## Menor emisión de partículas y de gases contaminantes

En la tabla que se muestra a continuación, se presentan los factores de emisión de partículas totales en suspensión en diferentes combustibles que se usan en la cocción. Las emisiones y los niveles de exposición son mayores en las cocinas que usan combustibles sólidos (leña o carbón), mientras que las emisiones de combustibles considerados modernos (querosén y Gas LP) son comparativamente menores frente a los demás.

**Las emisiones de partículas son mayores en las cocinas que usan combustibles sólidos y menores en los que usan querosén y Gas LP.**

## Factores de emisión de partículas totales en suspensión (PTS) por tipo de combustible

| Combustible             | PTS               |                     |
|-------------------------|-------------------|---------------------|
|                         | g/MJ energía útil | g/kg de combustible |
| Gas LP                  | 0.0209            | 0.514               |
| Querosén                | 0.0239            | 0.516               |
| Carbón vegetal          | 0.5277            | 2.375               |
| Leña/cocina tradicional | 0.3776            | 1.038               |

Fuente: Smith 2000; Saga 2004

Un estudio experimental que se realizó en laboratorio evaluó partículas de diferentes tamaños emitidas por cinco tipos de combustibles (leña, carbón mineral, estiércol, querosén y Gas LP) y los niveles de dieciséis HPA (hidrocarburos poli cíclicos aromáticos). Los resultados de ese estudio muestran, entre otros detalles, las concentraciones de partículas totales en suspensión, los porcentajes de partículas finas (que tienen la capacidad de infiltración pulmonar y alveolar profunda) y las concentraciones de los HPA totales, en las emisiones de cada tipo de combustible:

**Concentraciones de PTS (partículas totales en suspensión), porcentajes, en masa, de partículas finas, y concentraciones de los HPA totales, en las emisiones de diferentes combustibles.**

| Combustible    | Concentraciones de PTS<br>(mg m <sup>-3</sup> ) | Porcentaje de Partículas<br>Finas | Concentraciones<br>de HPA (pg m <sup>-3</sup> ) |
|----------------|---|-----------------------------------|---|
| Gas LP         | 11  | 48%                               | 1.481   |
| Querosén       | 12  | 57%                               | 2.442   |
| Leña           | 155   | 66%                               | 4.672   |
| Carbón mineral | 30  | 77%                               | 3.422   |
| Estiércol      | 225   | 88%                               | 4.047   |

Fuente: Tiwari et al., 2013.

De acuerdo al estudio experimental, la comparación de concentración de masa emitida por los combustibles testeados revela el orden de calidad del aire, del peor (estiércol) al mejor (Gas LP):

*Performance* de los diferentes combustibles en relación a la calidad del aire durante la cocción: del más contaminante al menos contaminante (de abajo hacia arriba).



Fuente: Tiwari et al., 2013.

En lo concerniente a los HPA en la fracción fina, como vimos, la cocina a Gas LP generó la menor cantidad en comparación a los otros combustibles testeados. Y también en relación al monóxido de carbono (CO), el Gas LP presentó el menor factor de emisión, mientras la mayor emisión ocurre en la quema del carbón vegetal.

#### Factores de emisión de monóxido de carbono (CO) por tipo de combustible.

| Combustible             | CO                |                     |
|-------------------------|-------------------|---------------------|
|                         | g/MJ energía útil | g/kg de combustible |
| Gas LP                  | 0,6076            | 15,0                |
| Querosén                | 0,8186            | 18,0                |
| Leña/cocina tradicional | 24,19             | 66,5                |
| Carbón vegetal          | 61,13             | 275,0               |

Fuente: Smith 2000; Saga 2004.

**El Gas LP presenta el menor factor de emisión de monóxido de carbono (CO), mientras que la mayor emisión ocurre en la quema del carbón vegetal.**

## ¿Cómo evitar el calentamiento global?

Los cambios climáticos son causados por gases y partículas contaminantes, emitidos principalmente por los procesos de combustión usados para la generación de energía. Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEE), dióxido de carbono ( $\text{CH}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) son los principales responsables por el calentamiento global, y consecuentemente, por los cambios climáticos. El  $\text{CO}_2$  representa, aproximadamente, 80 % de todos los GEE emitidos, seguido por el  $\text{CH}_4$  y el  $\text{N}_2\text{O}$ .

**Al dióxido de carbono se le atribuye 1 PAG. Al metano, 25**

**Y, en el caso del Gas LP, ¡la huella de carbono corresponde a cero!**

## ¿Cuál es la “huella de carbono” del Gas LP?

“Huella de Carbono» (PAG su sigla en portugués, o *GWP*, en inglés: *Global Warming Potential*) es la expresión actualmente adoptada para describir el potencial de calentamiento global que corresponde a un determinado producto.

Así, el PAG de un gas es el impacto que el mismo causa en el calentamiento global en relación a una unidad equivalente de dióxido de carbono durante un determinado período de tiempo (normalmente, 20 o 100 años). Por definición, al dióxido de carbono se le atribuye 1 PAG. Al metano, 25 Y, en el caso del Gas LP, el PAG corresponde a cero.

En otras palabras, emisiones directas de Gas LP no contribuyen a las alteraciones climáticas. En el caso del metano, mayor componente del gas natural, las emisiones antes de ser quemado son 25 veces mayores que las de CO<sub>2</sub>, mientras que el Gas LP pasa a tener efecto sólo al ser quemado, cuando genera CO<sub>2</sub> y otros gases, en concentraciones menores que los demás combustibles.

## El carbono negro

Otro contribuyente importante para el calentamiento global es el carbono negro (*Black Carbon, BC*). Componente del material particulado fino y consiste en carbono puro, el BC se forma en la combustión incompleta de combustibles fósiles, biocombustibles y biomasa y es emitido tanto naturalmente como por acción del ser humano.

**Después de las emisiones de dióxido de carbono, lo que más contribuye al calentamiento global son las emisiones de carbono negro.**



Aproximadamente el 18% de las emisiones de carbono negro se deben a la quema residencial de biocombustibles (la leña, por ejemplo) en cocinas tradicionales. El BC es el segundo mayor contribuyente del calentamiento global, después de emisiones de dióxido de carbono, (CO<sub>2</sub>).

La gran diferencia entre el BC y el CO<sub>2</sub> es el tiempo de permanencia en la atmósfera; mientras el BC permanece apenas por algunos días o semanas, el CO<sub>2</sub> tiene un tiempo de vida de más de cien años. Por el hecho de que una parte significativa de BC sea lanzada a la atmósfera debido a los procesos de combustión de leña y carbón, la substitución de estos combustibles puede ser una buena opción para mitigar los cambios climáticos en plazo corto.

A pesar de la contribución significativa de las emisiones de BC a los cambios climáticos, no hacen parte del Protocolo de Kioto o de otros reglamentos del clima y no son evaluados en términos de huella de carbono.

La contribución del Gas LP en la emisión de BC (carbono negro) es insignificante. Además, las cocinas a Gas LP y el querosén presentaron los menores valores de PAG, siendo hasta más limpio que las cocinas de quema de biomasa mejoradas, si estos operan con biomasa renovable, cuando el BC es considerado.

### Huellas de carbono (incluyendo el carbono negro) para diferentes combustibles

| Combustible                 | gCO <sub>2</sub> e / MJ (GWP 20) |                  |       |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------|-------|
|                             | Gases de efecto invernadero      | BC y otros gases | Total |
| Gas LP                      | 140                              | 1                | 141   |
| Carbón vegetal procesado    | 291                              | 62               | 353   |
| Leña - carbono neutro       | 43                               | 725              | 768   |
| Leña - carbono no neutro    | 431                              | 725              | 1156  |
| Carbón vegetal no procesado | 1154                             | 5040             | 6194  |

Fuente: Atlantic Consulting, sitio WLPGA.

**La contribución del Gas LP en la emisión de BC (carbono negro) es insignificante.**

# No es sólo la quema que contamina

El gas natural emite 50 a 60% menos dióxido de carbono al ser quemado, en una usina de energía nueva y eficiente, en comparación a las emisiones de una usina a carbón. No obstante, no sólo la quema debe ser llevada en consideración.

Científicos americanos han relatado emisiones alarmantes de metano en campos de petróleo en la perforación y en la extracción de gas natural y en el transporte a través de ductos, lo que coloca en cuestión los reales beneficios ambientales del uso creciente de gas natural.

**Los reales beneficios ambientales del uso creciente de gas natural se colocan en cuestionamiento delante de las emisiones de metano en la perforación, en la extracción y en el transporte.**



# Combustibles de menor impacto ambiental

Los resultados de algunos estudios mostraron que la mayoría de los biocombustibles conducen a mayores impactos en el calentamiento global que los combustibles fósiles comunes (Gas LP y querosén), porque las características de mala combustión llevan a un aumento de las emisiones de metano y otros productos de combustión incompleta.

La biomasa que se usa a partir de fuentes renovables minimiza el efecto invernadero por el hecho de que las plantas absorben parte del CO<sub>2</sub> emitido durante la quema, compensando de esta forma el impacto. Entretanto, estudios muestran que la tasa de deforestación, para esta finalidad, es mayor que la tasa de reforestación y con esto la leña deja de ser una alternativa sustentable.

Por los resultados de los estudios más recientes, y contradiciendo las expectativas, las opciones de combustibles fósiles pueden ser las más limpias, tanto para la salud como para los cambios climáticos.





**La mayoría de los biocombustibles tienen mayor impacto en el calentamiento global que los combustibles fósiles comunes. Contradiciendo expectativas, los combustibles fósiles pueden ser las opciones más limpias, tanto para la salud como para los cambios climáticos.**

Combustibles como el querosén y Gas LP tienen el potencial de reducir los impactos climáticos relativos a las actividades culinarias residenciales. En el escenario brasileño, donde la mayor parte de la leña (alrededor del 95%) no es proveniente de fuentes renovables y el querosén no se usa comúnmente en la cocción, se puede inferir que el Gas LP es el que actualmente tiene menor impacto.

Además, el Gas LP es ampliamente utilizado en innumerables aplicaciones en la industria, en el comercio y en el agro negocio, con los más elevados niveles de economía, eficiencia energética y seguridad ambiental.

**El Gas LP es el combustible de menor impacto ambiental entre los que se acostumbra a usar para cocinar alimentos en las residencias brasileñas.**

# Glosario

**Biomasa** - es el material orgánico, no fósil, que tiene energía química en su interior, incluye las vegetaciones acuáticas y terrestres, desecho orgánico, residuos de la agricultura, estiércol de animales y otros restos industriales.

**Carbón mineral** - es un combustible de origen fósil resultante de la transformación química del entierro de los troncos, raíces, gajos y hojas de árboles, cuyo proceso lleva millones de años para desarrollarse.

**Carbón vegetal** - se obtiene a través del proceso conocido como carbonización, que consiste en la quema de la leña con presencia controlada de aire, o por el proceso de pirólisis donde la leña se somete a altas temperaturas en ambiente con poquísimo o ninguna cantidad de oxígeno.

**Combustible sólido** - materiales sólidos quemados como combustibles.

**Combustible sólido de biomasa** - madera, estiércol animal, residuos de colectas y carbón.

**Gas natural** - es incoloro e inodoro altamente combustible y en gran parte compuesta por gas metano. El gas natural se genera aproximadamente del mismo modo que el petróleo, por procesos que actúan sobre la materia orgánica a lo largo de millones de años.

Un agente repulsivo se adiciona para darle un olor característico y desagradable, a veces descrito como repollo podrido, de modo que un pequeño vaciamiento puede ser fácilmente detectado.

**Gas LP** - Gas licuado de petróleo es el nombre genérico de las mezclas de hidrocarburos (principalmente de propano y butano) almacenadas en estado líquido. El Gas LP es incoloro, inodoro y más pesado que el aire. Un agente repulsivo se adiciona para darle un olor característico y desagradable, a veces descrito como repollo podrido, de modo que un pequeño vaciamiento puede ser fácilmente detectado.

**Gas de cañería/canalizado** - se refiere al gas natural.

**Leña** - es definida como ramas, troncos (trozos de leña, viruta), suelos tosca o cualquier pedazo de madera que puede utilizarse como combustible.

**Leña recolectada** - proveniente de matas nativas (bosques nativos), árboles aislados y recolectados en propiedades o a lo largo de carreteras.

**Leña comercial** - leña proveniente de las matas nativas, actualmente, sustituidas por la leña de reforestación, siendo el eucalipto el principal árbol cultivado para este fin.

**Material particulado** - mezcla de partículas sólidas y gotas de líquido suspendidas en el aire.

*El texto de este folleto tiene como base el estudio  
Contaminación en ambientes cerrados como factor de riesgo a la salud:  
el uso de la leña como factor agravante*

#### EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE

**Profa. Adriana Gioda**

**PUC-Rio**

**Prof. Antonio Ponce de Leon**

UERJ - IMS - Instituto de Medicina Social

*Instituto Karolinska*

*Centre for Health Equity Studies*

#### **Consejo Consultivo de SINDIGAS**

Amazongás - Valdenice Corrêa Garcia

Fogás - Jaime Samuel Benchimol

Liquigás - Antonio Eduardo Monteiro de Castro

Nacional Gás - Mário Wellington Perazzo

Supergasbras - Massih Niazi Bamehr

Ultragaz - Pedro Jorge Filho

Sindigás - Sergio Bandeira de Mello

#### **Grupo de Estudio *Indoor Pollution***

Amazongás - José Anselmo Garcia Rodrigues

Fogás - Jonathan Saul Benchimol

Liquigás - Paulo Fernando Gordo

Nacional Gás - Ivo Gastaldoni Filho

Supergasbras - Ricardo Tonietto y Fernanda Gomes Ultragaz - Mauricio Jarovsky

Sindigás - Cristiane Lyra y Diego Alves





EMPRESAS ASOCIADAS

---

