



Educación ambiental en la reutilización de residuos de laboratorio en la Amazonía Occidental

Environmental Education in the Reuse of Laboratory Waste in Western Amazonia

Educação Ambiental no Reaproveitamento de Resíduos Laboratoriais na Amazônia Ocidental

Gisele Guimarães de Oliveira

Estudiante de doctorado en Biodiversidad y Biotecnología

Institución: Universidad Federal de Rondônia/Fundação Oswaldo Cruz – Polo Rondônia.

Dirección: R. Dr. Celestino, 74, Centro, Niterói - RJ, Código Postal: 24020-091

Correo electrónico: oliverbio07@gmail.com

Alessandro Pereira de Souza

Licenciatura en Química

Institución: Universidad Federal de Roraima

Dirección: Avenida Cap. Ene Garcez, 2413 - Aeroporto, Boa Vista - RR, Código Postal: 69310-000

Correo electrónico: alessandropsou@gmail.com

Stherfany Mac Donald da Silva

Estudiante de Maestría en Ciencias de la Salud

Institución: Universidad Federal de Roraima

Dirección: Avenida Cap. Ene Garcez, 2413 - Aeroporto, Boa Vista - RR, Código Postal: 69310-000

Correo electrónico: stherfanymacdonald@gmail.com

Letícia Vieira Anchieta da Silva

Licenciatura en Química

Institución: Universidad Federal de Roraima

Dirección: Avenida Cap. Ene Garcez, 2413 - Aeroporto, Boa Vista - RR, Código: 69310-000

Correo electrónico: leticia.anchieta@ifrr.edu.br

Marisa Costa Rodrigues

Licenciatura en Química

Institución: Universidad Federal de Roraima

Dirección: Avenida Cap. Ene Garcez, 2413 - Aeroporto, Boa Vista - RR, C.P: 69310-000

Correo electrónico: marisarodrigues01@gmail.com



Valeria de Los Angeles Aponte Palma

Licenciatura en Química

Institución: Universidad Federal de Roraima

Dirección: Avenida Cap. Ene Garcez, 2413 - Aeroporto, Boa Vista - RR, C.P: 69310-000

Correo electrónico: valeriaapp1508@gmail.com

Paulo Henrik da Silva Freitas

Licenciatura en Química

Institución: Universidad Federal de Roraima

Dirección: Avenida Cap. Ene Garcez, 2413 - Aeroporto, Boa Vista - RR, C.P: 69310-000

Correo electrónico: paulohenrikdasilvafreitas@gmail.com

Ana Cristina Gonçalves Reis de Melo

Especialista en Citología Oncótica

Institución: Universidad Federal de Roraima

Dirección: Avenida Cap. Ene Garcez, 2413 - Aeroporto, Boa Vista - RR, C.P: 69310-000

Correo electrónico: cristina.melo@ufr.br

Antonio Alves de Melo Filho

Doctorado en Química

Institución: Universidad Federal de Roraima

Dirección: Avenida Cap. Ene Garcez, 2413 - Aeroporto, Boa Vista - RR, C.P: 69310-000

Correo electrónico: antonio.alves@ufr.br

Andreimar Martins Soares

Doctorado en Bioquímica

Institución: Fundación Oswaldo Cruz/Universidad Federal de Rondônia

Dirección: R. Dr. Celestino, 74, Centro, Niterói - RJ, C.P: 24020-091

Correo electrónico: andreimar.soares@fiocruz.br

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo relatar la experiencia de una bióloga durante su investigación doctoral en Biodiversidad y Biotecnología a través de la Red Bionorte, entre 2023 y 2025. La investigación se realizó para desarrollar un Bioproducto a partir del aceite esencial de *Trattinnickia burserifolia* Mart. y se llevó a cabo en el Laboratorio de Química Ambiental de la Universidad Federal de Roraima (UFRR). Durante el estudio, se observó que la necesidad de documentar la forma correcta de eliminar los residuos generados, se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para promover prácticas sostenibles. Esta es una investigación-acción, con enfoque exploratorio y descriptivo, que dio como resultado la producción de tres ítems: Jabón artesanal,



mulch y un Protocolo Operativo Estándar (POE). Los Residuos reutilizados se originaron a partir de pruebas de laboratorio, cuyos resultados se encuentran se puede encontrar publicado en la revista *Pharmaceuticals*, además de contar con datos generados en la prensa. Se concluye que la investigación fue una cuenca hidrográfica para futuros estudios que se desarrollarán en el Laboratorio de Química Ambiental de la UFRR, ya que permitió realizar los Experimentos de laboratorio con el aprovechamiento de los residuos generados durante el proceso, los productos elaborados tienen un valor económico y ético para el Grupo de Investigación Oleoquímicos, ya que el trabajo es desarrollado con base en la Educación Ambiental, la bioeconomía y el respeto por las generaciones futuras.

Palabras-clave: bioeconomía, desarrollo sustentable, sensibilización, reutilización, logística inversa.

ABSTRACT

This study aimed to report the experience of a biologist during her doctoral research in Biodiversity and Biotechnology through the Bionorte network, between 2023 and 2025. The research aimed to develop a bioproduct from the essential oil of *Trattinnickia burserifolia* Mart. and was conducted at the Environmental Chemistry Laboratory of the Federal University of Roraima (UFRR). During the study, the need to document the proper disposal of generated waste was identified, aligning with the Sustainable Development Goals (SDGs) to promote sustainable practices. This action research, with an exploratory and descriptive approach, resulted in the production of three items: handmade soap, mulch, and a Standard Operating Protocol (SOP). The recycled waste originated from laboratory tests, the results of which are published in the journal *Pharmaceuticals*, and there are also data generated in press. In conclusion, this research was a turning point for future studies at the UFRR Environmental Chemistry Laboratory, as it enabled laboratory experiments to be conducted using the waste generated during the process. The products produced offer economic and ethical value to the Oleochemicals Research Group, as the work was guided by environmental education, bioeconomy, and respect for future generations.

Keywords: bioeconomy, sustainable development, awareness, reuse, reverse logistics.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo relatar a experiência de uma bióloga durante sua pesquisa de doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia pela rede Bionorte, entre os anos de 2023 e 2025. A pesquisa foi realizada para desenvolver um bioproduto a partir do óleo essencial de *Trattinnickia burserifolia* Mart. e foi realizada no Laboratório de Química Ambiental da Universidade Federal de Roraima (UFRR). Durante o estudo, percebeu-se a necessidade de documentar o descarte adequado dos resíduos gerados, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para promover práticas



sustentáveis. Trata-se de uma Pesquisa-Ação, com abordagem exploratória e descritiva, que resultou na produção de três itens: sabão artesanal, mulch e um Protocolo Operacional Padrão (POP). Os resíduos reaproveitados tiveram origem em testes laboratoriais, cujos resultados encontram-se publicados na revista Pharmaceuticals, além de haver dados gerados no prelo. Conclui-se que, a realização da pesquisa foi um divisor de águas para futuros estudos que serão desenvolvidos no Laboratório de Química Ambiental da UFRR, pois possibilitou a realização dos experimentos laboratoriais com o aproveitamento dos resíduos gerados no decorrer do processo. Os produtos produzidos apresentam um valor econômico e ético para o Grupo de Pesquisa Oleoquímicos, pois o trabalho se desenvolveu pautado na Educação Ambiental, bioeconomia e respeito com as futuras gerações.

Palabras-chave: bioeconomía, desarrollo sustentable, sensibilización, reutilización, logística reversa.

1 INTRODUCCIÓN

La preocupación por el medio ambiente existe desde el siglo XIX, pero fue después de la Conferencia de Estocolmo de 1972 que el tema adquirió mayor relevancia, tanto entre los gobiernos como en la sociedad en su conjunto, y empezó a ser visto como un problema global (Quintana *et al.*, 2014).

En 1977, la Conferencia de Tbilisi, en Georgia, marcó un hito para la Educación Ambiental y estableció principios y bases teóricas que aún orientan el área a nivel global (Aquino; Iared, 2023).

En Brasil, la Educación Ambiental también dio un paso importante: la Constitución de 1988 reconoció su relevancia y determinó que las autoridades públicas debían promoverla como parte de la protección ambiental (Brasil, 1988). Durante Río 1992, organizaciones de la sociedad civil crearon el Tratado de Educación Ambiental, definido como un proceso continuo y participativo. El documento reforzó la idea de que la Educación Ambiental debe desarrollarse colectivamente, convirtiéndose en una herramienta esencial para la transformación social y la protección ambiental (Brasil, 1992).

En 1996, la Educación Ambiental fue incluida en la Ley de Directrices y Bases de la Educación Nacional (Carvalho; Oliveira, 2021).

Ante los crecientes desafíos ambientales, el debate sobre este tema se



ha vuelto cada vez más urgente. En respuesta, se han promulgado diversas leyes para orientar y fortalecer las iniciativas de protección ambiental. Otro hito importante en este contexto fue la creación de la Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA), establecida por la Ley n.º 9.795/1999 y regulada por el Decreto n.º 4.281/2002. En su artículo 1, la PNEA define la Educación Ambiental como: *“los procesos mediante los cuales el individuo y la sociedad desarrollan valores sociales, conocimientos, habilidades, actitudes y competencias destinadas a proteger el medio ambiente, patrimonio colectivo esencial para una vida sana y un futuro sostenible”* (Brasil, 2002).

La definición de Educación Ambiental va más allá de la concientización, es una herramienta de transformación social, capaz de unir a las personas en torno a un objetivo común: cuidar el planeta en el que todos convivimos (Carvalho; Oliveira, 2021).

La Educación Ambiental fue incluida oficialmente en el currículo escolar brasileño a finales de la década de 1990 y en 2017, con la aprobación de la Base Curricular Nacional Común (BNCC), su presencia se redujo a una breve nota. (Aquino; Iared, 2023).

Según la PNEA (Ley n.º 9.795/1999), en la educación superior, el desarrollo de la Educación Ambiental se considera un compromiso colectivo entre las instituciones de educación superior, los gobiernos y la sociedad en su conjunto (Brasil, 1999).

La ley nº 9.795/1999 en su Art. 10, determina que la Educación Ambiental debe ser parte de la enseñanza de forma integrada y continua, en todas las etapas de la educación, incluida la educación superior (Brasil, 1999).

La responsabilidad de desarrollar la Educación Ambiental en la educación superior también está regulada por la Constitución Federal. El artículo 225, párrafo 1, inciso VI, establece que el gobierno es responsable de promover la Educación Ambiental en todos los niveles educativos y de sensibilizar a la población sobre la preservación del medio ambiente (Brasil, 1988).

La ciencia demuestra que la educación necesita cambiar. El conocimiento vivo de las personas, sus historias y experiencias no encajan en la enseñanza



tradicional (Santos *et al.*, 2025). La creación de la Agenda 2030, establecida por 193 naciones, representa un esfuerzo global coordinado para abordar los desafíos sociales, económicos y ambientales mediante la definición de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), cuyo objetivo es minimizar el impacto ambiental y promover el desarrollo sostenible. Entre estos ODS, destacan la preservación del medio ambiente y la adopción de prácticas sostenibles (ONU, 2015).

La responsabilidad de desarrollar la Educación Ambiental en las instituciones educativas fue determinada en las Directrices Curriculares Nacionales (Brasil, 2012).

La definición de residuo según la PNEA (1999) es la siguiente: “Materiales cuyo poseedor se desprende, pretende desprenderse o está obligado a desprenderse”.

De acuerdo con las directrices de la Resolución del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) nº 358/2005 y de la Resolución Colegiada (RDC) nº 222/2018, los residuos tienen diferentes clasificaciones y los generados en los centros de investigación pueden ser comunes o infecciosos (Brasil, 2018).

La producción de residuos es inevitable en las actividades humanas, por lo que se necesitan normas y sistemas eficientes para gestionar adecuadamente estos residuos en todas las etapas. (Silva *et al.*, 2023).

Para la Asociación Brasileña de Normas Técnicas, Residuos sólidos y semisólidos, como los materiales generados por actividades humanas (industriales, domésticas, comerciales, agrícolas y de servicios), incluyendo lodos de plantas de tratamiento, residuos de sistemas anticontaminantes e incluso ciertos líquidos que no pueden eliminarse normalmente porque requieren soluciones técnicas complejas o económicamente inviables (ABNT, 2004). Para reducir el daño ambiental causado por la eliminación incorrecta de materiales, se pueden utilizar las siguientes medidas: logística inversa, planes de gestión de residuos, fomento del reciclaje y eliminación correcta (Brasil, 2010).

La ley nº 416/04, que establece la Política Estatal de Residuos Sólidos, en su artículo 89, señala que el sistema de gestión integrada de los residuos



generados debe buscar la minimización, la reutilización, el reciclaje, tratamiento adecuado o disposición final (Roraima, 2004).

El Plan de Gestión Integrada de Residuos Sólidos del Municipio de Boa Vista define reglas para la disposición de residuos comunes, escombros, materiales reciclables (Eco puntos), residuos hospitalarios y logística reversa (Boa Vista, 2004).

Aunque muchos organismos públicos quieren ser más sostenibles, la mayoría tiene dificultades para crear un sistema de gestión de residuos que realmente funcione (Silva *et al.*, 2023).

El Plan Maestro de Logística Sostenible (PLS) de la UFRR busca garantizar el uso racional de los recursos, la contratación sostenible y la capacitación de la comunidad universitaria. El PLS opera en torno a seis pilares: consumo responsable, optimización del espacio, priorización de productos ecoeficientes, fomento de la innovación, inclusión de empresas sostenibles en los procesos de contratación pública y difusión de prácticas sostenibles (Boa Vista, 2024).

Teniendo en cuenta toda la información mencionada anteriormente, el doctorando del Programa de Posgrado en Biodiversidad y Biotecnología de la Red BIONORTE, de la Fundación Oswaldo Cruz y Universidad Federal de Rondônia - FIOCRUZ/UNIR, desarrolló un Protocolo Operativo Estándar - POE en conjunto con el Grupo de Oleoquímicos de la UFRR, liderado por el Dr. Antonio Alves de Melo Filho, para la disposición sostenible de residuos de laboratorio, alineado al ODS 12 de la Agenda 2030.

El Grupo de Investigación en Oleoquímicos (Tabla 1) está compuesto por estudiantes de grado, maestría y doctorado, así como por profesionales de educación superior que organizan y guían las actividades de investigación que se realizan en el laboratorio. El perfil de cada investigador puede consultarse en la Plataforma Lattes: <https://lattes.cnpq.br/>, que proporciona datos públicos.



Tabla 1. Grupo de Oleoquímicos

Investigadores	Títulos	Curriculum
Alessandro Pereira de Souza	Graduación	http://lattes.cnpq.br/1404058075005283
Ana Cristina Gonçalves Reis de Melo	Especialización	http://lattes.cnpq.br/1597280934307361
Antonio Alves de Melo Filho	Doctorado	http://lattes.cnpq.br/6110654147327971
Carlos Alberto de Souza Junior	Doctorado	http://lattes.cnpq.br/1876782515268831
Cassio Sanguini Sergio	Doctorado	http://lattes.cnpq.br/5189044268925973
Edvan Alves Chagas	Doctorado	http://lattes.cnpq.br/5396967100376451
Elias Ariel de Moura	Doctorado	http://lattes.cnpq.br/4910620086471349
Gisele Guimarães de Oliveira	Estudiante de doctorado	http://lattes.cnpq.br/5731358832160231
Habdel Nasser Rocha da Costa	Doctorado	http://lattes.cnpq.br/8343614317459123
Jacqueline Aparecida Takahashi	Doctorado	http://lattes.cnpq.br/8436025963943451
Jessica de Oliveira Monteschio	Doctorado	http://lattes.cnpq.br/3058003087551111
Letícia Vieira Anchieta da Silva	Graduación	http://lattes.cnpq.br/4230343559767206
Marisa Costa Rodrigues	Graduación	http://lattes.cnpq.br/7731813454302826
Moisés Felix de Carvalho Neto	Doctorado	http://lattes.cnpq.br/7375971468447150
Paulo Henrik da Silva Freitas	Graduación	http://lattes.cnpq.br/4076964066371485
Pollyana Cardoso Chagas	Doctorado	http://lattes.cnpq.br/7263777257049859
Ricardo Carvalho dos Santos	Doctorado	http://lattes.cnpq.br/1573869606246872
Stherfany Mac Donald da Silva	Estudiante de maestría	http://lattes.cnpq.br/0776974956861311
Valeria De Los Angeles Aponte Palma	Graduación	http://lattes.cnpq.br/9054514926405534

Fuente: Elaborado por los autores, 2025.

Durante más de diez años, la Educación Ambiental ha recibido poca atención práctica. Muchos estudios se limitan a describir los avances ambientales o recopilar datos ecológicos, sin analizar cómo la gestión ambiental afecta realmente a las organizaciones y a la sociedad (Quintana *et al.*, 2014).

En informes más recientes, las investigaciones realizadas señalan los desafíos enfrentados en el área de la educación ambiental (Aquino; Iared, 2023).

En este sentido, el doctorando informó cómo se desarrolló la práctica



educativa en el Laboratorio de Química Ambiental durante el proceso de extracción de aceite esencial de la especie *Trattinnickia burserifolia* Mart. (Figura 1), perteneciente a la familia *Burseraceae*. Esta planta, es clasificada como angiosperma, posee propiedades medicinales en las comunidades tradicionales y puede utilizarse como analgésico y antiinflamatorio (ALBINO *et al.*, 2021).

Aunque las plantas medicinales son ampliamente utilizadas, se necesita más investigación para demostrar su eficacia y seguridad, para evitar riesgos para la salud (PEDROSO *et al.*, 2021).

La recolección de la corteza del tallo del árbol se realizó en la Serra do Tepequém, lugar que actualmente es el punto turístico más visitado del estado de Roraima (RORAIMA, 2023).

Figura 1. *T. burserifolia* Mart.



Fuente: Elaborada por los autores, 2025.

La Sierra de Tepequém está ubicada en el municipio de Amajari, Roraima. El acceso a la región se realiza por carreteras pavimentadas, por la BR-174 y luego por la RR-203 (SIQUEIRA *et al.*, 2023). Debido a la lejanía de la capital, Boa Vista, el investigador requirió apoyo logístico en la Posada Toca da Onça Tepequém, ubicada en la RR-203, en la Serra do Tepequém.

La Sierra de Tepequém es una imponente meseta con una altitud de 1.022 metros y, además de su belleza natural, Tepequém marca la frontera entre Brasil y Venezuela (RODRIGUES *et al.*, 2024).

Aceite esencial de *T. burserifolia* Mart utilizado para realizar un estudio



sobre la malaria, ya publicado (Oliveira *et al.*, 2025), fue extraído de la corteza del tallo de la especie y generó una cantidad visible de residuos de laboratorio.

Este estudio se inspiró en la valorización de la bioeconomía amazónica durante mi doctorado, y tuvo como objetivo documentar la investigación científica alineada con las leyes ambientales y la responsabilidad socioambiental.

2 METODOLOGÍA

La investigación adoptó un enfoque de relato de experiencia, de carácter exploratorio y descriptivo, desarrollado como una investigación-acción. El estudio se basó en la experiencia de un biólogo, estudiante de doctorado del Programa de Posgrado en Biotecnología y Biodiversidad de la Red BIONORTE, entre 2023 y 2025. Las actividades se llevaron a cabo en el Laboratorio de Química Ambiental de la Universidad Federal de Roraima (UFRR), centrándose en la extracción de aceite esencial de la especie *T. burserifolia* Mart.

2.1 LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Química Ambiental de la UFRR, que está equipado para realizar análisis fisicoquímicos, pruebas de toxicidad y extracción de aceites vegetales.

2.2 ELABORACIÓN DEL POE

Luego de verificar la gran cantidad de residuos generados durante el proceso de extracción del aceite esencial de *T. burserifolia* Mart. (Figuras 2 y 3), el Grupo de Investigación en Oleoquímicos se reunió para elaborar el documento que orientara la correcta disposición de los residuos de laboratorio.



Figura 2. Corteza del tallo de *T. burserifolia* Mart. después del proceso de hidrodestilación.



Fuente: Elaborada por los autores, 2025.

Figura 3. Extracto acuoso de *T. burserifolia* Mart generado luego del proceso de hidrodestilación.



Fuente: Elaborado por los autores, 2025.

El POE consideró la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS), las normas de la ANVISA, la CONAMA (2002) y el Plan de Residuos Sólidos de la UFRR. El POE contempló la correcta disposición de los residuos de laboratorio generados por la investigación publicada recientemente. (Oliveira *et al.*, 2025) y recomendado para su uso en futuras investigaciones que se realizarán en el laboratorio.

2.3 REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE LABORATORIO

En línea con el ODS 12 de la Agenda 2030, los residuos de laboratorio generados durante la extracción de aceite esencial de *T. burserifolia* Mart. utilizado en pruebas con *Anopheles* en el INPA (Oliveira *et al.*, 2025) fueron reutilizados para la producción de jabón artesanal y *mantillo*, como estrategia de Educación Ambiental y para incentivar prácticas sostenibles.



3 RESULTADOS E DISCUSIONES

La presente investigación reveló los siguientes resultados.

3.1 PRODUCTOS OBTENIDOS DE LA REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE LABORATORIO

De esta investigación se obtuvieron los siguientes productos: POE, jabón artesanal, que se generaron a partir de la reutilización de residuos de laboratorio.

3.1.1 Protocolo operativo estándar para la reutilización de residuos de laboratorio

El archivo digital generado está compuesto por información del investigador e información del proyecto de investigación realizado en el Laboratorio de Química Ambiental de la institución.

El archivo permitió el registro digital de información relevante sobre la generación de residuos de laboratorio y la correcta disposición de los mismos.

En el caso de la investigación con el aceite esencial de *T. burserifolia* Mart., la información se ingresó al registro electrónico oleoquimicos369@gmail.com.

La investigadora completó un formulario electrónico (Google Forms: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfssSQQY5Yyw7DEmxEx54zILLD4QnjpBkSokppA_hDbW4Bcxg/viewform?usp=sharing&oid=113853776818046125103) y firmó una Declaración de Responsabilidad para la Correcta Eliminación de Residuos de Laboratorio (disponible en la siguiente dirección electrónica:

drive.google.com/file/d/1ns_j34IRRx5ifOI9pa-dbxs35LEs1Slw/view?usp=sharing.

La ausencia de estándares, la supervisión deficiente y el desconocimiento de las reglas perjudican la bioseguridad (Oliveira *et al.*, 2025). Un estudio con datos de 2001 a 2011 mostró que existen pocos artículos sobre Gestión



Ambiental en las revistas analizadas, siendo la mayoría revisiones teóricas (Quintana *et al.*, 2014).

En esta investigación, el Grupo Oleoquímicos buscó desarrollar prácticas educativas, y se llevó a cabo una investigación-acción durante el desarrollo del trabajo. La literatura científica destaca la necesidad de protocolos estandarizados, capacitación, auditorías, una cultura de seguridad e inversión pública (Oliveira *et al.*, 2025).

El Laboratorio de Química Ambiental de la UFRR se utiliza con fines docentes y brinda acceso a estudiantes sin experiencia. La estandarización de las prácticas con el POE ha facilitado el aprendizaje de los nuevos estudiantes y ha mejorado la gestión de residuos.

Cabe destacar que el POP también contiene directrices para la correcta eliminación de residuos punzantes y residuos químicos, ambos deben ser eliminados de acuerdo con la RDC 222 (Anvisa, 2022).

La mayoría de los profesores reportan dificultades para supervisar las acciones relacionadas con la correcta eliminación de residuos de laboratorio por parte de estudiantes de educación superior (Oliveira *et al.*, 2025). La interacción entre estudiantes de pregrado y veteranos proporciona habilidades únicas y desarrolla la capacidad de identificar posibles soluciones a problemas socioeconómicos y ambientales (Oliveira, Sá; Lucena, 2024).

Más allá del simple seguimiento de protocolos, esta integración es esencial para formar profesionales y ciudadanos críticos, preparados para afrontar retos y proponer respuestas en un escenario global dinámico (Carneiro, 2024). La universidad busca brindar una formación integral a sus estudiantes a través de experiencias y reflexiones, desarrollando ciudadanos críticos y conscientes (Oliveira *et al.*, 2020). La UFRR refleja esta visión en su Plan Maestro de Logística Sostenible (Boa Vista, 2024).

La adopción del POE en el Laboratorio de Química Ambiental de la UFRR permitió un mayor control de los residuos generados en las investigaciones con aceite de *T. burserifolia* y orientó a los estudiantes principiantes sobre el descarte adecuado de RL.



3.1.2 Jabón artesanal

Las barras de jabón artesanal de color creman y olor a madera (Figura 4) fueron producidas y distribuidas a otros laboratorios de la UFRR para fomentar prácticas sustentables.

Figura 4. Jabón artesanal elaborado con residuos de laboratorio.



Fuente: Elaborada por los autores.

El jabón artesanal se distribuyó a investigadores de otros laboratorios de la UFRR para fomentar la reutilización de residuos de laboratorio, de acuerdo con la legislación ambiental. También se envió una muestra a la rectoría para dar a conocer las acciones sostenibles y las futuras iniciativas del laboratorio.

Estas experiencias pueden orientar a otras instituciones en la gestión de residuos y la sostenibilidad (Barbosa *et al.*, 2024).

Las universidades deben adoptar prácticas sostenibles en su vida cotidiana, desde la gestión de residuos hasta proyectos académicos ecológicos, convirtiéndose en referentes en ética ambiental (Carneiro, 2024).

Estas acciones integradas refuerzan la seguridad en el laboratorio, protegen el medio ambiente y garantizan prácticas sostenibles a largo plazo (Oliveira *et al.*, 2025).

Las prácticas ambientales efectivas son vistas como subsidios para mejorar el desarrollo de las actividades que se realizan en diferentes instituciones (Barbosa *et al.*, 2024).

Es fundamental buscar soluciones eficaces que incentiven una postura crítica y promuevan cambios de comportamiento concretos (Carvalho; Oliveira, 2021). Los residuos de los laboratorios académicos, aunque en volúmenes



menores que los industriales, tienen una composición más compleja y requieren estrategias específicas para su reducción y tratamiento adecuado (De Carvalho *et al.*, 2010).

Brasil ha experimentado un aumento en la generación de residuos sólidos en los últimos años, impulsado por el alto consumismo durante la pandemia de COVID-19 (Carvalho; Costa; Quinelato, 2025).

La praxis pedagógica de la Educación Ambiental requiere la creación de situaciones concretas que promuevan la construcción de conocimientos comprensivos y críticos (Carvalho; Oliveira, 2021).

La investigación mejoró la práctica pedagógica, reutilizó residuos del trabajo realizado y fomentó el desarrollo de la Educación Ambiental en el Laboratorio de Química Ambiental de la UFRR.

3.1.2 *Mulch*

Se utilizaron 15 kg de corteza del tallo de *T. burserifolia* Mart. como *mantillo* en macetas de jardín en la posada Toca da Onça Tepequém (Figura 5).

Figura 5. Mulch utilizado para jardinería.



Fuente: Elaborada por los autores.

Producido en la extracción del aceite esencial de *T. burserifolia* M., fue entregado al administrador de la posada y esta fantasía hizo posible formar una sociedad.

Los modelos de negocio sostenibles incluyen prácticas operativas, comunicación entre las partes, valor sostenible y economía circular (Goni, 2020).



Según el administrador del sitio, el material ayudó a mantener la humedad del suelo durante la estación seca en Sierra do Tepequém.

El acolchado orgánico consiste en una capa de material vegetal con el propósito de mantener la humedad e inhibir el crecimiento de malezas (Mascarenhas; Belgas, 2024).

Integrar la sostenibilidad en las funciones comerciales de las organizaciones es un desafío que enfrentan los profesionales (Goni *et al.*, 2020).

A pesar de regulaciones como el PNRS, la gestión de residuos sólidos en las instituciones públicas aún es deficiente (Silva *et al.*, 2023).

Un campus sostenible promueve el desarrollo sostenible mediante el uso racional de los recursos, la conservación del medio ambiente y la participación comunitaria. Integra principios ambientales, sociales y económicos en su funcionamiento diario (Mascarenhas; Belgas, 2024).

El Grupo de Investigación en Oleoquímicos promovió el desarrollo sustentable a través de acciones de Educación Ambiental y movilizó a la comunidad académica de la UFRR para incentivar prácticas de Educación Ambiental entre los investigadores.

4 CONCLUSIÓN

La investigación realizada en el Laboratorio de Química Ambiental de la UFRR destacó el potencial de la reutilización de residuos de laboratorio como herramienta educativa y ambiental. Por medio de la elaboración del Protocolo Estándar de Operación (POO), jabón artesanal y *mulch*, fue posible consolidar prácticas sostenibles y fortalecer la Educación Ambiental en el ámbito académico. La iniciativa contribuyó al desarrollo de directrices internas para futuros investigadores, fomentando una cultura de responsabilidad social y ambiental y fomentando la correcta gestión de residuos. El Grupo Oleoquímicos desempeñó un papel crucial en la integración de la teoría y la práctica, reforzando la relación entre ciencia y sustentabilidad. Este trabajo se convierte así en un referente institucional para acciones alineadas con los Objetivos de



Desarrollo sostenible (ODS) y la valorización de la bioeconomía amazónica.



REFERÊNCIAS

ALBINO, RC; Braz, MM; Bizzo, RH; Santana da Silva, RV; Leitão, SG; Ribeiro de Oliveira, D. Humo medicinal amazónico: análisis químico del humo de oleoresina de brea de Burseraceae (Breu) y conocimientos sobre su uso en el dolor de cabeza. *J. Etnofarmacol.* 2021, 276, 114165. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

ASOCIACIÓN BRASILEÑA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004: Residuos sólidos – Clasificación. Río de Janeiro, 2004.

AQUINO., BAS; IARED, V. Educación ambiental y BNCC: un análisis de los estudios publicados. *Revista Sergipe de Educación Ambiental*, São Cristóvão, Sergipe, V. 10, ISSN electrónico: 2359-4993. 2023.

BARBOSA *et al.* GESTIÓN AMBIENTAL EN LA FUNDACIÓN HEMOMINAS: EVOLUCIÓN Y NUEVOS RETOS DE LA CONTRATACIÓN PÚBLICA SOSTENIBLE. *Hematología, Transfusión y Terapia Celular*. Volumen 46, Suplemento 4 , octubre de 2024, página S1256
<https://doi.org/10.1016/j.htct.2024.09.2198>

BRASIL. [Constitución (1988)]. Constitución de la República Federativa del Brasil de 1988. Brasilia: Presidencia de la República. Disponible en: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Consultado el 4 de junio de 2025.

BRASIL. Ministerio de Educación. Tratado de Educación Ambiental para Sociedades Sostenibles y Responsabilidad Global. Brasilia: MEC, 1992. Disponible en:
<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/tratado.pdf>. Consultado el 3 de junio de 2025.

BRASIL. Decreto n.º 4.281 del 25 de junio de 2002. Reglamenta la Ley n.º 9.795 del 27 de abril de 1999, que instituye la Política Nacional de Educación Ambiental. *Diario Oficial de la Unión*, Brasilia, DF, 26 de junio de 2002. Consultado el 5 de junio de 2025.

BRASIL. Ministerio de Educación. Ordenanza n.º 1.016 del 15 de junio de 2012. Establece las directrices curriculares nacionales de Educación Ambiental. *Diario Oficial de la Unión*, Brasilia, 18 de junio de 2012 – Sección 1 – pág. 70.

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA). Resolución del Consejo Colegiado (RDC) n.º 222, de 28 de marzo de 2018. Regula las buenas prácticas de gestión de residuos de servicios de salud. *Diario Oficial de la Unión*, Brasilia, DF, sección 1, pág. 73, 29 de marzo de 2018.



BRASIL. Ley n.º 12.305 del 2 de agosto de 2010. Instituye la Política Nacional de Residuos Sólidos; modifica la Ley n.º 9.605 del 12 de febrero de 1998; y contiene otras disposiciones. *Diario Oficial de la Unión*, Brasilia, DF, sección 1, p. 3, 3 de agosto de 2010. Disponible en: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Consultado el 6 de junio de 2025.

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA). Resolución del Consejo Colegiado – RDC n.º 222, de 28 de marzo de 2022. Regula las buenas prácticas para la gestión de residuos de servicios de salud. *Diario Oficial de la Unión*, Brasilia, DF, 29 de marzo de 2022. Sección 1, pág. 125.

BOA VISTA. Ayuntamiento. **Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos**. Boa Vista, 2004. Disponible en: <https://boavista.rr.gov.br/storage/paginas/Canal-do-cidadao/gestao-de-residuos/Produto-06-PMGIRS.pdf>. Consultado el 6 de junio de 2025.

Carneiro, A. G. El papel de las instituciones de educación superior en la educación ambiental y la responsabilidad social y ambiental en Brasil. **Redes**. Vol. 4, n.º 1, 2024.

CARVALHO, MB da S.; OLIVEIRA, VB de. Revisión analítica de los desafíos de la Educación Ambiental en el ámbito escolar en documentos oficiales y artículos relacionados. **Revista Brasileña de Educación Ambiental**, São Paulo, vol. 16, n.º 6, págs. 448–465, 2021. Disponible en: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/12053/9013>. Consultado el 5 de junio de 2025.

CARVALHO, JS; COSTA, KL; QUINELATO, MEA; La influencia del consumismo en el aumento de la generación de residuos y los principales desafíos para alcanzar los objetivos de la Agenda 2030. **Revista Brasileña de Investigación Animal y Ambiental**, Curitiba, vol. 8, n.º 1, págs. 1-13, 2025

CARVALHO, MB da S.; OLIVEIRA, VB de. Revisión analítica de los desafíos de la Educación Ambiental en el ámbito escolar en documentos oficiales y artículos relacionados. **Revista Brasileña de Educación Ambiental**, São Paulo, vol. 16, n.º 6, págs. 448–465, 2021. Disponible en: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/12053/9013>. Consultado el 5 de junio de 2025.

DE CARVALHO, Nelio Garbellini; CHAGAS, Thiago Augusto de Castro; MACHADO, Ana Marta Ribeiro. Implantación de un sistema de gestión de reactivos en laboratorios universitarios. **AUGMDOMUS**, v. 2, p. 72-81, 2010.

GONI, FA *et al.* Un marco para la innovación de modelos de negocio sostenibles: Vinculación de los arquetipos de modelos de negocio con los principios de sostenibilidad. **Journal of Business Research**, vol. 117, págs. 440-455, enero de 2020



MASCARENHAS, J.; BELGAS, L. El campus como una pequeña ciudad (in)sostenible. **Revista Brasileña de Negocios**, Curitiba, vol. 6, n.º 1, págs. 495-504, 2024

OLIVEIRA *et al.* LA CONSTRUCCIÓN DE CONCEPTOS SOBRE LA GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS QUÍMICOS: UNA EXPERIENCIA DE FORMACIÓN DE ESTUDIANTES DE QUÍMICA. **Educación • Química. Nova** 43 (3) • marzo de 2020 • <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170477>

OLIVEIRA. SL; JC, SÁ.; LUCENA, LFL EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA CLASES GRANDES EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS CON EL APOYO DE MONITORES **Revista Contemporánea** Vol. 4 No. 12: p. 01-16, 2024.

OLIVEIRA y otros. Potencial larvicida del aceite esencial de *Trattinnickia burserifolia* mart. en el control del vector de la malaria en la Amazonia. **Productos farmacéuticos**, 18, 604, 2025.

OLIVEIRA *et al.* Bioseguridad: manejo y eliminación de materiales infecciosos en el laboratorio. **Revista Brasileña de Salud**, Curitiba, v. 8, n.º 3, p. 01-18, mayo/junio de 2025

ONU. Naciones Unidas, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). **Naciones Unidas**, Brasil, 2015.

PEDROSO, RS; ANDRADE, G.; PIRES, RH. Plantas medicinales: un enfoque para su uso racional y seguro. **TEMA GRATUITO • Physis** 31 (02) • 2021 • <https://doi.org/10.1590/S0103-73312021310218>

QUINTANA *et al.* Gestión Ambiental: Producción científica publicada en revistas nacionales *Qualis* B1 a B4 – CAPES. **Revista de Administración e Innovación**. São Paulo. Volumen 11, Número 2, páginas 7-29, abril-junio de 2014.

RODRIGUES *et al.* Modelo de negocios con características sustentables en emprendimientos del sector hotelero: desafíos y oportunidades en la Amazonía. **REVISTA ARACÊ**, São José dos Pinhais, v.6, n.4, p.13533-13562, 2024.

RORAIMA. Ley nº 416, de 30 de diciembre de 2004. **Dispone la Política Estatal de Residuos Sólidos y da otras medidas.** *Diario Oficial del Estado de Roraima*, Boa Vista, 30 de diciembre de 2004. Disponible en <https://al.rr.leg.br/wp-content/uploads/2019/02/Lei-Ordinaria-No.-416-de-14.01.04.pdf> Accedido el 6 de junio de 2025.

RORAIMA. *Diagnóstico del Turismo en Roraima*. Boa Vista: Secretaría de Estado de Infraestructura de Roraima. 2023. Disponible en:



<https://seinf.rr.gov.br/tepequem-governo-assina-ordem-de-servico-para-construcao-de-complexo-turistico-na-regiao-turistica-de-roraima/> Consultado: 7 de junio de 2025.

SANTOS y otros. El currículo escolar como espacio en disputa: educación ambiental y conocimiento de pueblos indígenas y comunidades tradicionales.

Revista Aracê. São José dos Pinhais, vol. 7, n.º 5, p. 24937-24981, <https://doi.org/10.56238/arev7n5-230>. 2025.

SILVA *et al.* Política de gestión de residuos sólidos en las instituciones públicas. **REVISTA OBSERVATORIO DE LA ECONOMIA LATINOAMERICANA.** Curitiba, v.21, n.8, 8, pág. 9600-9630. 2023.

SILVA, ACL; SILVA, CM; CAVALCANTI, PNM Política de gestión de residuos sólidos en las instituciones públicas. **REVISTA OBSERVATORIO DE LA ECONOMIA LATINOAMERICANA**, Curitiba, v.21, n.8, p. 9600-9630. 2023.

SILVA *et al.* Política de gestión de residuos sólidos en instituciones públicas. **REVISTA DE ECONOMÍA LATINOAMERICANA.** Curitiba, vol. 21, n.º 8, pp. 9600-9630. 2023.

SIQUEIRA *et al.* PROCESO DE OCUPACIÓN E IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES EN LA CORDILLERA DE TEPEQUÉM, AMAJAÍ-RR (2012-2022). **Revista Internacional Semiárida.** Año 6, Vol. 6, ISSN: 2764-6203, págs. 225-230, 2023.

SOUZA, GORDA; QUEIROZ, RL Desarrollo de rúcula sometida a diferentes capas de suelo. **Agroveterinária**, Varginha, MG, v. 7, n. 1, pág. 84-101, 2025 Página principal de la revista: <http://periodicos.unis.edu.br/index.php/agrovetsulminas>

UNIVERSIDAD FEDERAL DE RORAIMA (UFRR). Ordenanza Normativa GR/UFRR n.º 035, del 1 de abril de 2024. Instituye el Plan Maestro de Logística Sostenible de la UFRR 2024-2026. Diario Oficial de la UFRR, Boa Vista, 1 de abril de 2024. Disponible en: *Plan Maestro de Logística Sostenible (PLS)*. Consultado el 29 de julio de 2025.