

**ACCIONES CONJUNTAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL
DESARROLLO, SENSIBILIZACIÓN E INNOVACIÓN EN EL ÁMBITO DE LA
INGENIERÍA GEOTÉCNICA**

**AÇÕES CONJUNTAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO,
CONSCIENTIZAÇÃO E INOVAÇÃO NO ÂMBITO DA ENGENHARIA GEOTÉCNICA**

**JOINT ENVIRONMENTAL EDUCATION ACTIONS FOR THE DEVELOPMENT,
AWARENESS, AND INNOVATION IN THE FIELD OF GEOTECHNICAL
ENGINEERING**



Paula Taiane PASCOAL¹
e-mail: paulatpascoal@gmail.com



Leonardo Alberto do NASCIMENTO²
e-mail: leo_ladn@yahoo.com.br



Magnos BARONI³
e-mail: magnos.baroni@ufsm.br

Cómo hacer referencia a este artículo:

PASCOAL, P. T.; NASCIMENTO, L. A.; BARONI, M. Acciones conjuntas de Educación Ambiental para el desarrollo, sensibilización e innovación en el ámbito de la Ingeniería Geotécnica. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 19, n. esp. 1, e024065, 2024. e-ISSN: 1982-5587. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v19iesp.1.18423>



Enviado en: 30/08/2023
Revisiones requeridas en: 26/01/2024
Aprobado el: 05/03/2024
Publicado el: 27/04/2024

Editor: Prof. Dr. José Luís Bizelli
Editor Adjunto Ejecutivo: Prof. Dr. José Anderson Santos Cruz

¹ Universidad Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria – RS – Brasil. Estudiante de doctorado en el Programa de Posgrado en Ingeniería Civil.

² Universidad Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria – RS – Brasil. Estudiante de maestría en el Programa de Posgrado en Ingeniería Civil.

³ Universidad Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria – RS – Brasil. Profesor del Departamento de Transportes.

RESUMEN: Proyectos de enseñanza, investigación y extensión en las áreas de Ingeniería Geotécnica y Ambiental incluyen experimentos de laboratorio y campo, así como estudios teóricos y prácticos, con el objetivo de la educación ambiental y el desarrollo social, económico y tecnológico de la comunidad. En este sentido, el presente artículo tiene como objetivo informar sobre las acciones de un proyecto de extensión universitaria desarrollado en la Universidad Federal de Santa Maria/RS en colaboración con empresas y la sociedad. Dentro del proyecto, se realizaron acciones de concientización ambiental en la educación infantil, la difusión del conocimiento para los estudiantes universitarios, así como la formación continua para profesionales, con el objetivo de concientizar sobre la disposición consciente de residuos, la correcta disposición y operación de vertederos sanitarios, incluyendo evaluaciones de riesgo geotécnico y la contaminación del medio ambiente.

PALABRAS CLAVE: Sostenibilidad. Medio ambiente. Reducción de residuos sólidos. Proyecto de extensión.

RESUMO: *Projetos de ensino, pesquisa e extensão nas áreas da Engenharia Geotecnia e Ambiental incluem experimentos de laboratório e campo, além de estudos teóricos e práticos, objetivando a educação ambiental, o desenvolvimento social, econômico e tecnológico da comunidade em geral. Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo relatar as ações de um projeto de extensão universitária desenvolvido na Universidade Federal de Santa Maria/RS em conjunto com empresas e a sociedade. Dentro do projeto, foram realizadas ações de conscientização ambiental na educação infantil, disseminação do conhecimento para discente da universidade, além de cursos para capacitação de profissionais, visando a conscientização quanto a destinação consciente de resíduos, a correta disposição e operação de aterros sanitários, incluindo avaliações de risco geotécnico e a contaminação do meio ambiente.*

PALAVRAS-CHAVE: *Sustentabilidade. Meio Ambiente. Redução de resíduos sólidos. Projeto de extensão.*

ABSTRACT: *Teaching, research, and extension projects in the areas of Geotechnical and Environmental Engineering include laboratory and field experiments, in addition to theoretical and practical studies, aiming at environmental education and the social, economic and technological development of the community. In this sense, this article aims to report the actions of a university extension project developed at the Federal University of Santa Maria/RS in collaboration with companies and society. Within the project, environmental awareness actions were carried out in early childhood education, dissemination of knowledge to university students, in addition to continued training for professionals, aiming to raise awareness regarding the conscious disposal of waste, the correct disposal and operation of landfills, including assessments geotechnical risk and environmental contamination.*

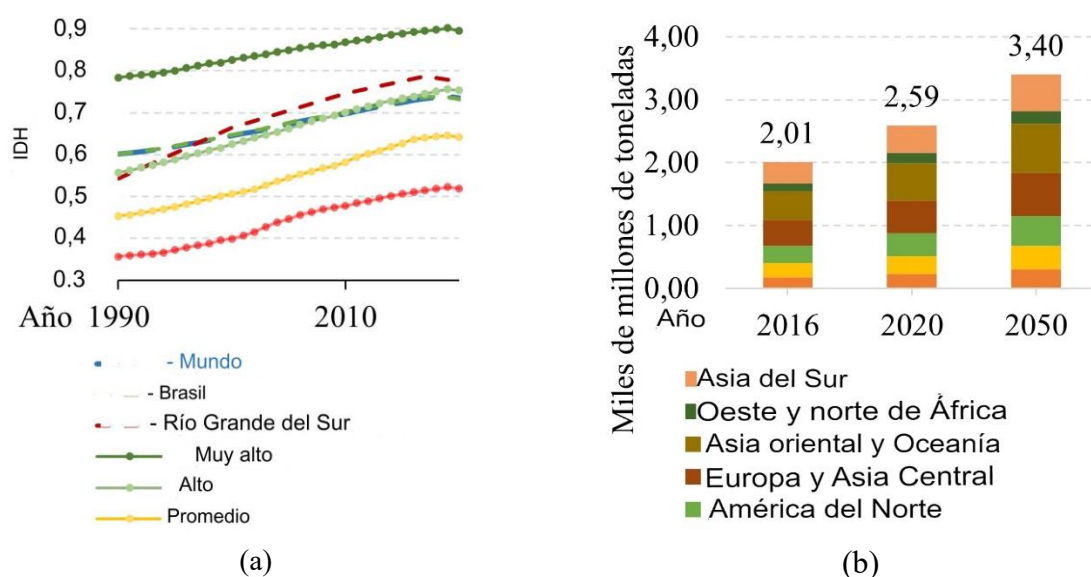
KEYWORDS: *Sustainability. Environment. Solid waste reduction. Extension projects.*

Introducción

La mejora de la calidad de vida de la población en su conjunto siempre es bienvenida, estando vinculada principalmente a la salud, la longevidad, la educación y los ingresos de los individuos, y puede ser analizada cuantitativamente a través del Índice de Desarrollo Humano (IDH). El informe del Índice de Desarrollo Humano (2022) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) señala, en la Figura 1 (a), el promedio del Índice de Desarrollo Humano (IDH) a nivel mundial entre 1990 y 2021 y su división en niveles, de bajo a muy alto, destacando la proximidad y ligera superioridad de los valores del IDH de Brasil y del estado de Rio Grande do Sul a los niveles mundiales considerados Alto.

A lo largo del tiempo se ha producido un aumento del IDH a todos los niveles, lo que, si bien es positivo, genera una alerta en otras cuestiones, como que la producción de residuos sólidos urbanos (RSU) sea proporcional al aumento de la renta per cápita de las personas (Chen *et al.*, 2020; Wilson; Velis, 2015). En este sentido, Kaza *et al.* (2018) realizó el pronóstico de generación de RSU para los próximos 30 años, que se muestra en la Figura 1 (b), en la que se estima que se producirán 3.400 millones de toneladas de RSU en todo el mundo, con América Latina representando alrededor del 11%, totalizando aproximadamente 374 millones de toneladas de RSU solo en el año 2050.

Gráfico 1 – (a) Cronología del IDH en el mundo; b) Generación estimada de RSU en el mundo, por año



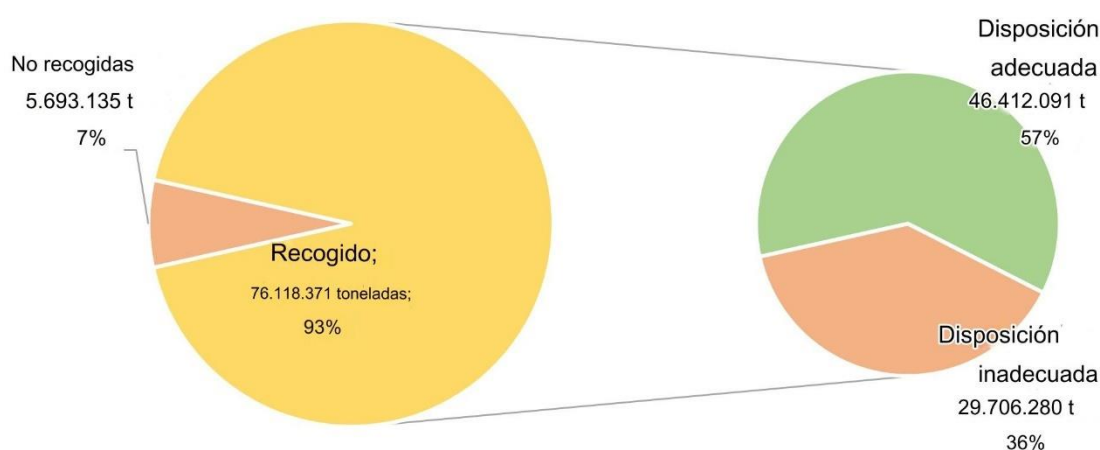
Fuente: Adaptado de Roser (2019) e Índice de Desarrollo Humano (2022).

Fuente: Adaptado de Kaza *et al.* (2018).

Por lo tanto, es fundamental seguir estrictamente la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS), regida por la Ley N° 12.305, de 2 de agosto de 2010, que, junto con la NBR 10004 (ABNT, 2004) define los RSU como cualquier producto desechado, en estado sólido y semisólido, resultante de las actividades antropogénicas de los hogares, la limpieza urbana y los establecimientos comerciales y los proveedores de servicios; y recoge las directrices para la correcta gestión integrada y adecuada gestión de los RSU.

A pesar de que el PNRS, que se encuentra en Brasil (2010) define que la disposición final adecuada de los RSU debe realizarse en un lugar adecuado y estandarizado, donde los residuos estén confinados de forma que no contaminen el medio ambiente, según el Panorama de los Residuos Sólidos en Brasil (ABRELPE, 2022), la disposición final de los RSU en Brasil está lejos de ser ideal, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2 – Disposición final de RSU en Brasil



Fuente: Adaptado de ABRELPE (2022).

En comparación con el total de RSU generados en Brasil en 2022, se recolectaron 81,8 millones de toneladas (alrededor de 381 kg/habitante/año), 76,1 millones de toneladas (93%), sin embargo, de estas, el 36% no tuvo un destino final adecuado, siendo depositadas en vertederos y vertederos controlados. La disposición inadecuada provoca impactos ambientales directos en el medio ambiente, como la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, la contaminación de la fauna y flora local, y la alta emisión de gases que contribuyen al efecto invernadero, que son las principales causas del cambio climático global, como señalan Machado *et al.* (2019), Manheim *et al.* (2021), Abubakar *et al.* (2022).

En cuanto a los RSU que tuvieron un destino final adecuado, se dirigieron a rellenos sanitarios (SA), los cuales, según la NBR 8419 (ABNT, 1992), son una técnica para la disposición de residuos sólidos urbanos que tiene como objetivo la máxima reducción de los impactos ambientales a corto y largo plazo al medio ambiente de deposición. Según Lange *et al.* (2008) y Boscov (2008), las SA están diseñadas pensando tanto en su operación durante la operación de disposición de residuos como en el período posterior a la operación, siendo descritas como una obra de Ingeniería Civil y Sanitaria y actuando correctamente a partir de un sistema operativo complejo, que cuenta con varios niveles de protección geotécnica y ambiental.

Además del hecho del aumento de la generación de RSU con la necesidad de su correcta deposición, se han desarrollado técnicas y materiales para la ejecución de RSU con mayor capacidad, calidad y seguridad frente a aspectos tanto ambientales como geotécnicos y apuntando a un futuro sostenible. Por ejemplo, la predicción del comportamiento de estas estructuras a corto y largo plazo (Teixeira, 2015; Chiarello, 2022) y el aprovechamiento energético del biogás (CRVR, 2023), estudios que pueden permitir el uso posterior del área de operación del AS y minimizar su impacto ambiental, respectivamente.

Paralelamente, como señalan Toro y Vaz (2022), las políticas de educación ambiental ayudan a fomentar el aprendizaje de las generaciones actuales y futuras sobre el tema. Contrariamente a lo que dicen los autores, la distancia de la academia con relación a los problemas y desafíos de esta área de actividad resulta en la formación de profesionales desconocidos y/o calificados, lo que puede llevar a una formación deficiente o incompleta de los Ingenieros, que pronto tendrán participación en empresas privadas o públicas, responsables de la gestión operativa y ambiental de los RSU.

Incluso con el correcto manejo de los residuos sólidos urbanos, tal como se regula en la NBR 10004 (ABNT, 2004) y Brasil (2010), existen efectos negativos en la disposición de RSU, incluso en vertederos. Tabata *y cols.* (2011), señala que la deposición de RSU en SS es costosa, ya que existen altos costos relacionados con su destino final, además de productos contaminantes por su degradación, como lixiviados y gases que aún no pueden ser absorbidos completamente por el medio ambiente ni por tratamientos antropogénicos. En este sentido, Verma y Borogan (2022) demuestran una reducción significativa en la generación de subproductos al estudiar la deposición de RSU con y sin tratamiento previo, en la que, con acciones sencillas como el reciclaje y el compostaje, se puede lograr una reducción significativa en la emisión de gases contribuyentes al cambio climático.

Ante la urgencia de minimizar los efectos negativos del aumento de la calidad de vida de la población frente a la producción de RSU, Amaro y Bernardes (2018) enfatizan que la educación ambiental es una de las formas de hacerlo, ya que el conocimiento transmitido es capaz de proporcionar cambios actitudinales en los individuos, como la normalización de las acciones antes mencionadas: Separación de residuos domésticos para su reciclaje o compostaje. Para ello, es necesario alejarse del campo teórico, y unir este entorno con la práctica, a través de acciones para todos los individuos y áreas del conocimiento. La política de las 3 R – Reducir, Reutilizar y Reciclar – que surgió hace unos 30 años, son acciones que deben formar parte de la vida cotidiana del ciudadano, apuntando al mañana. Frente a esta problemática, las iniciativas de este proyecto de extensión apuntaron a responder a la pregunta de cómo llevar este tema a las esferas académicas y sociales y también cómo resolverlo.

En vista de lo anterior, este artículo presenta acciones que integran la enseñanza, la investigación y la extensión lideradas por la Universidad Federal de Santa María (UFSM) y que tienen como objetivo traer al estudio y discusión la problemática y también los beneficios de la construcción y operación de la AS combinada con prácticas de educación ambiental. Las acciones desarrolladas promueven el intercambio y la adquisición de conocimientos entre profesionales, técnicos, estudiantes y profesores, en actividades relacionadas a las diferentes disciplinas ofrecidas en los cursos de graduación y posgrado en Ingeniería Civil e Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la UFSM. Con la interacción entre la comunidad académica de la UFSM y la sociedad en general, todos los involucrados se ven beneficiados, ya que es posible discutir diferentes aspectos que permiten ampliar y difundir el conocimiento, fomentar la interdisciplinariedad, la relación con otras instituciones educativas, con la comunidad externa y con las empresas.

Metodología de la acción

Los vertederos desempeñan un papel clave en la gestión adecuada de los residuos, es decir, minimizan los impactos ambientales y promueven la salud pública. Por lo tanto, para garantizar la eficacia del sistema de eliminación de residuos, es fundamental adoptar políticas basadas en la educación de la población, la caracterización de los materiales y el uso de datos en los proyectos de enseñanza, investigación y extensión. Frente a los conocimientos técnicos sobre el tema, se formó un amplio grupo de trabajo, compuesto por estudiantes, técnicos y profesores del curso de graduación en Ingeniería Civil y del Programa de Posgrado en

Ingeniería Civil de la UFSM, involucrando también al Laboratorio de Materiales y Construcción Civil de la UFSM, y profesionales de diferentes unidades de la Empresa de Valorización de Residuos (CRVR). La empresa que administra seis rellenos sanitarios en el estado de Rio Grande do Sul, que recibe alrededor del 73% de la recolección de Residuos Sólidos municipales en el estado. El proyecto está registrado en el Centro Tecnológico de la UFSM, en la categoría de extensión, bajo el nº 057370, y se titula: Acciones Conjuntas para el Desarrollo de la Innovación, la Sostenibilidad y la Seguridad en Grandes Rellenos Sanitarios.

O projeto de extensão consiste em uma variedade de ações do corpo técnico e a comunidade em geral, visto que a extensão é toda e qualquer interação transformadora, entre a UFSM e comunidades externas, relacionadas ao atendimento do público externo, em que discentes e docentes são envolvidos. Assim, o projeto tem como principais objetivos:

- a) Fomentar las alianzas entre el grupo e instituciones, empresas, entidades de clase y grupos de personas externas a la UFSM;
- b) Realizar reuniones, presentaciones, conferencias, cursos cortos y *talleres*, entre los participantes del proyecto hacia la comunidad académica, la comunidad en general (residencial y empresas) y las comunidades escolares;
- c) Difundir el conocimiento con publicaciones en periódicos, revistas científicas y congresos, para la difusión y demostración de las actividades y resultados del proyecto.

Debido a su amplio alcance, se definieron diferentes frentes de trabajo para llegar al amplio público objetivo, incluyendo frentes de investigación y docencia, y un frente de extensión. Dentro de uno de ellos, se han desarrollado actividades de investigación en rellenos sanitarios del estado de Rio Grande do Sul, tales como: evaluación de condiciones técnicas, caracterización de rellenos sanitarios y geosintéticos, realización de cursos, capacitación de empleados y realización de pruebas de campo y laboratorio por parte del equipo mencionado. Los datos providentes de los ensayos y el seguimiento se utilizan en la investigación académica.

En otro frente de trabajo, se buscó un vínculo entre la universidad y la comunidad local. La acción de la universidad con la comunidad externa se enmarca en la política institucional, poniendo a disposición del público en general los conocimientos adquiridos a través de la docencia y la investigación. A partir de las acciones de extensión se produce nuevo conocimiento, de esta manera, algunas actividades se han desarrollado y otras están en curso. En este artículo se informará de las acciones llevadas a cabo y sus respectivas particularidades.

De esta forma, cada actividad siguió su propia metodología para el desarrollo de la acción, dividiéndose en: acciones de sensibilización ambiental en educación infantil, difusión de conocimientos al medio técnico, acciones desarrolladas para el alumnado, y, por último, formación continuada de los miembros del grupo. Básicamente, se trata de una investigación de carácter básico, con enfoques cualitativos y cuantitativos, que involucra procedimientos bibliográficos y experimentales, investigación participante e investigación de campo.

Acciones de sensibilización ambiental en la educación infantil

En una de sus obras, el educador y filósofo Paulo Freire definió la conciencia como el proceso mediante el cual las personas toman conciencia de las realidades sociales, políticas y económicas en las que las rodean, buscando comprender sus posiciones y roles dentro de estas estructuras (Freire, 2018). El fenómeno de la sensibilización se asocia al acto de educar. Ante esto, Barros y Recena (2024) infieren que la educación ambiental es mucho más que concientizar sobre la basura, el reciclaje y la contaminación.

Debido a que la educación ambiental es un proceso que debe ser colectivo y continuo, es vista como una herramienta a ser utilizada por los educadores en las escuelas en relación con la discusión sobre la producción de residuos sólidos y su control (Silva, Almeida, 2018). La educación infantil proporciona aprendizajes y descubrimientos, por lo que este momento es propicio para iniciar estas experiencias en el aula (Barros, Recena, 2024). En definitiva, en este proyecto se llevan a cabo actividades de extensión que buscan difundir el conocimiento y sensibilizar a los jóvenes ciudadanos, en las escuelas de educación infantil.

El objetivo de estas acciones es promover la implementación de políticas educativas con sesgo ambiental, pues según Verderio (2021), en este grupo etario se construyen conceptos y valores para la vida. De esta manera, se da la oportunidad de desarrollar en los niños, valores y conductas orientadas a la conservación del medio ambiente, concientizándolos de la importancia del tema en cuestión. Así, los conceptos de sostenibilidad se insertan en el medio ambiente, ya que la sostenibilidad consiste en la capacidad de satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer a las generaciones futuras (ONU, 1983).

Verderio (2021) también afirma que es importante que la educación ambiental se inserte en todos los niveles y modalidades de la educación formal y no formal, iniciando por la educación inicial, ya que es la primera etapa de la educación básica, continuando durante la vida escolar de los individuos.

De esta forma, el itinerario metodológico constituyó una propuesta didáctica compuesta por actividades desarrolladas en junio de 2023, con la promoción de 1º año del Jardín de Infantes y de la Escuela Primaria Heroica, ubicada en Santa Maria, Rio Grande do Sul. La clase está formada por 21 alumnos de entre seis y siete años. El proyecto piloto desarrollado estuvo compuesto por actividades teóricas y prácticas, abordando el tema de la generación de residuos, quedando demostrado que buena parte de las actividades que realizamos diariamente generan residuos de diferentes tipos, además de hacer hincapié en la importancia de la recogida selectiva, considerando que, según la Circular Nacional de Referencia para la Educación Infantil (RCNEI) el niño necesita "observar y explorar el entorno con una actitud de curiosidad, percibiéndose cada vez más como miembros, dependientes y agentes de transformación del medio ambiente y valorando actitudes que contribuyan a su conservación" (Brasil, 1998, p. 63). La experiencia llevada a cabo en la Escuela Heroica se dividió en cinco etapas:

- a) Primera etapa: presentación de la Universidad Federal de Santa María, con contextualización sobre el rol del Ingeniero Civil y Sanitario en relación con el medio ambiente;
- b) Segunda etapa: demostración de los tipos de residuos que se generan en el entorno escolar y en los domicilios de los alumnos, para favorecer una correcta separación, además de la presentación de los colores utilizados en la recogida selectiva;
- c) Tercera etapa: explicación sobre la generación de residuos, explorando de forma lúdica, los temas relacionados con la preservación del medio ambiente, la política de las 3R (reducir, reutilizar, reciclar) y el destino ideal de los residuos;
- d) Cuarta etapa: para aplicar los pasos anteriores, se propuso la caza de residuos. La actividad consistió en recoger diferentes imágenes de residuos que se introdujeron en el interior de un globo sorpresa que, tras su estallido, se esparcieron por el patio del colegio. Después de encontrarlos, los estudiantes tuvieron que identificar el tipo y en qué bote de basura debían colocarse;
- e) Quinta etapa: con el fin de finalizar y fijar los conocimientos adquiridos, así como para compartirlos, se propuso una actividad de tarea para que los estudiantes realizaran con sus familias.

Difusión del conocimiento en el entorno técnico del estado de Rio Grande do Sul

De acuerdo con Luis (2011), la difusión de los trabajos científicos es uno de los grandes retos de los investigadores, y es necesario buscar publicaciones en diferentes entornos e idiomas, además de la difusión en medios de comunicación, eventos académicos científicos, entre otros. Así, se entiende que los congresos científicos son esenciales para difundir y propagar el conocimiento, además de facilitar el diálogo entre investigadores de diferentes comunidades científicas y fomentar nuevas relaciones académicas.

Por eso, cada dos años, se realiza el Seminario de Ingeniería Geotécnica de Rio Grande do Sul (GEORS) para fomentar las discusiones sobre Ingeniería Geotécnica, siendo uno de los ejes temáticos la Geotecnia Ambiental. El evento, que recibe a profesores y estudiantes de diferentes universidades del estado de Rio Grande do Sul, profesionales independientes, entidades de clase, empresas y público en general, es organizado por la Asociación Brasileña de Mecánica de Suelos (ABMS), núcleo de Rio Grande do Sul, junto con la universidad anfitriona del evento. El profesor Magnos Baroni fue presidente de GEORS en 2019 y 2022. En 2019, el seminario se realizó en la Universidad Federal de Santa María y recibió cerca de 500 participantes (UFSM, 2019).

En 2022, el XI GEORS, nuevamente realizado por la UFSM y presidido por el profesor Magnos Baroni, el seminario fue organizado por el equipo de trabajo del proyecto junto con ABMS Núcleo RS y el apoyo financiero de entidades y empresas privadas. Se facilitó un espacio para que los investigadores difundieran sus trabajos a través de los anales del evento y la presentación de ponencias en sesiones plenarias. Seis profesionales de referencia en Brasil fueron invitados a presentar sus investigaciones e ideas sobre los temas del evento, destacando la Geotecnia Ambiental con la participación del Profesor Dr. Maria Eugenia Gimenez Boscov, directora de la Escuela Politécnica de la USP, Becaria de Productividad en Investigación del CNPq – Nivel 2, que actúa activamente en el área de Geotecnia Ambiental, contribuyendo a la elaboración de normas técnicas brasileñas, difusión del conocimiento y actuación en el ambiente científico.

Con el fin de garantizar la continuidad del evento en el futuro y la aprobación del público objetivo en el programa general del GEORS, se aplicó un cuestionario a los participantes con el fin de evaluar el evento, comprender la motivación y el nivel de educación de los participantes, y el nivel de satisfacción con las conferencias técnicas y las secciones temáticas. Se formularon las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuál es tu formación? ¿Es su primera participación en un GEORS?
- b) ¿Qué te motivó a asistir al evento?
- c) ¿Qué área dentro de la Geotecnia te interesa más??
- d) ¿Cuál es el nivel de satisfacción con las charlas técnicas? ¿Y con las secciones temáticas?

De esta manera, se logró conocer la opinión y el nivel de satisfacción de los presentes, señalando en qué aspectos deben trabajar los eventos futuros para mantener el interés del público objetivo.

Acciones desarrolladas para estudiantes universitarios

Desde actividades complementarias hasta cursos de pregrado y posgrado, los estudiantes tienen la oportunidad de mejorar sus conocimientos, ampliar su currículo y complementar sus conocimientos sobre diversos temas. Al tratarse de un área técnica con diferentes posibilidades de actuación y amplios conocimientos, las actividades paralelas a la carrera de Ingeniería Civil permiten al alumno desarrollar actividades de su propia conveniencia, con el objetivo de mejorar su formación.

En resumen, de lo anterior, el grupo propuso actividades extracurriculares para el alumnado de los cursos de graduación en Ingeniería Civil e Ingeniería Sanitaria y Ambiental, así como para los alumnos del Programa de Posgrado en Ingeniería Civil, ambos de la UFSM. Las actividades que se llevan a cabo son las siguientes:

- a) Conferencia técnica como Clase Inaugural para cursos de grado y posgrado, con el Profesor Dr. Nilo Cesar Consoli, de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul, titulada "Innovación en Geotecnia y Geotecnología Ambiental" (UFSM, 2023). El profesor presentó a los estudiantes las diversas posibilidades de estudio en el área de la geotecnia y la geotecnia ambiental, además del trabajo con residuos sólidos urbanos, pero también con residuos mineros, que son materiales que tienen un comportamiento geotécnico diferente al de los suelos tradicionales, y que actualmente son estudios requeridos para el avance de técnicas para la deposición de relaves mineros.

- b) Conferencia técnica en el 1er Maratón de Sostenibilidad en Ingeniería Civil, titulada "Breve Visión General de la Aplicabilidad de Materiales Sostenibles en Proyectos Geotécnicos", impartida por el miembro del proyecto Ing. Ma. Paula Taiane Pascoal. Esta conferencia tuvo como objetivo presentar a los alumnos de los cursos de Ingeniería Civil e Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la UFSM sobre el trabajo desarrollado en el área por el grupo de investigación, difundiendo así el conocimiento en el ambiente académico.
- c) Minicursos de Introducción al Diseño y Estabilidad de Terraplenes y Rellenos Sanitarios, impartidos por el miembro del proyecto Ing. Ma. Patricia Rodrigues Falcão. En los minicursos, se presentó el estado del arte técnico y práctico relacionado con la estabilidad de taludes a los alumnos de los cursos de Ingeniería Civil e Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la UFSM, dilucidando ejemplos prácticos en la aplicación de la teoría junto con el *software*, preparándolos para los desafíos de posgrado.
- d) Visitas técnicas guiadas por profesionales del CRVR a los vertederos de Minas do Leão y Santa Maria, ambos en Rio Grande do Sul, con base en el programa de puertas abiertas del CRVR. Las visitas de campo tienen como objetivo introducir a los estudiantes en el funcionamiento general de la estructura de un SS, incluyendo las etapas de monitoreo, operación, implementación y gestión.

Formación continua de los miembros del grupo

La formación de los miembros del grupo se lleva a cabo a nivel de pregrado y posgrado, con el desarrollo de investigaciones – tanto artículos para los anales de congresos regionales, nacionales e internacionales como el desarrollo de Trabajos de Conclusión de Cursos de Pregrado, Tesis de Maestría y Tesis Doctorales enfocados en diversas áreas, así como en geotecnia ambiental – y por la participación en eventos técnicos en el área – que proporcionan, además de conocimientos, Oportunidades para ampliar la red de contactos de los estudiantes, así como para que presenten sus investigaciones, adquiriendo también un legado en el área. En definitiva, desempeñan un papel clave en la formación profesional, ya que ofrecen oportunidades de aprendizaje, intercambio de ideas y debates constructivos.

Al igual que en el caso de los trabajos de fin de grado, trabajos de fin de máster y/o tesis doctorales, el uso de datos de monitoreo de vertederos y las necesidades de diseño e

implementación de los trabajos generan temas de estudios abordados dentro del grupo en este tipo de investigaciones.

El estudio, la realización, la publicación y la presentación/difusión de los trabajos en la zona proporcionan un espacio de sensibilización y discusión sobre los riesgos asociados a los vertederos y la valoración de los RSU, contribuyendo así a la difusión de información sobre la protección del medio ambiente. De esta manera, se instiga a los participantes del grupo a realizar investigación científica y participar en eventos de divulgación de conocimiento, además de adquirir experiencia en el área en cuestión, lo cual es un diferencial para cuando son ingenieros de pleno derecho en el mercado laboral o si pasan al área académica y científica.

Resultados y discusiones

A partir de la aplicación de la metodología antes mencionada -en la que se relataron las acciones educativas y profesionales aplicadas- se presentan los frutos de estos trabajos, que se desarrollaron en el ámbito de la primera infancia, la educación técnica y superior, y también se desarrollaron dentro del proyecto de extensión con énfasis en la sensibilización, la innovación y la sostenibilidad, apuntando a la educación ambiental. Cabe destacar que las personas que aparecen en las fotografías insertadas en las Figuras han autorizado el uso de las imágenes y cumplen con los lineamientos éticos y legales.

Acciones en Educación Infantil

El proyecto piloto de extensión con énfasis en la educación de la primera infancia se desarrolló en la escuela Heroica, ubicada en el municipio de Santa Maria/RS, con el tema pedagógico centrado en la conciencia ambiental y la crisis climática. El desarrollo de las actividades se consideró productivo tanto para los educadores como para los pequeños ciudadanos.

El foco principal de las actividades desarrolladas fue difundir en la escuela la importancia de reducir, reutilizar y reciclar los residuos, cultivando los valores de sostenibilidad y atención al medio ambiente. Como se puede observar en la Figura 3 (a), el tema fue introducido inicialmente por el profesor Magnos Baroni y los estudiantes de graduación del

curso de Ingeniería Civil de la UFSM. Después de las explicaciones sobre el tema ambiental, los vertederos y la crisis climática, se presentó un video didáctico, seguido de una nueva presentación que consistió en fotos y discusiones sobre los temas antes mencionados. La interacción con los alumnos de primaria comenzó durante la presentación, pues muchos de ellos ya sabían cómo deshacerse de los residuos y el destino ideal para cada tipo. Posteriormente, en el patio de la escuela, se llevó a cabo la actividad de búsqueda de residuos, en la que, tras reventar el globo sorpresa, los niños recogieron imágenes de diferentes tipos de residuos para identificarlos y posteriormente depositarlos en los respectivos botes de basura, como se muestra en la Figura 3 (b).

Los educadores de la institución en la que se realizó la actividad evaluaron el enfoque como atractivo y llamativo, ya que se involucró un tema relevante de manera ligera y relajada, atrayendo la atención de los niños. Se sugirió realizar esta actividad en las demás clases y periódicamente, ya que la repetición se alía con la consolidación de los aprendizajes.

Con la realización de esta acción en el ámbito escolar, se constató que existen numerosas posibilidades de abordar el tema ambiental en la educación infantil. Almeida *y cols.* (2020) y Cunha *et al.* (2020), debatieron sobre el calentamiento global y la conciencia ambiental de manera lúdica, y también tuvieron éxito en sus planteamientos, concluyendo que los niños tienen una gran capacidad para comprender la educación ambiental. De igual manera, al igual que Verderio (2021), creemos que, si bien existen varias formas de abordar el tema en la educación infantil, aún es necesario desarrollar más investigaciones en el área y promover una formación adecuada para docentes y educadores, de manera que sea posible consolidar aún más sobre lo que se aborda. Al sensibilizar y educar a los adultos del mañana, tendremos una sociedad equilibrada y la búsqueda de soluciones ecológicamente ideales estará más cerca del éxito.

Figura 3 – La acción en la educación de la primera infancia con la introducción al tema en (a) y la actividad lúdica en (b)



(a)



(b)

Fuente: Colección propia (2023).

Acciones en Educación Superior

La XI Edición de GEORS fue el primer gran evento presencial realizado sobre el tema de Ingeniería Geotécnica y Ambiental, para el público del sur de Brasil, después de la Pandemia de COVID-19. Se logró reunir a más de 350 estudiantes de 15 universidades diferentes, varias empresas y asociaciones profesionales, así como profesores y profesionales del área (ABMS, 2022a), como se muestra en la Figura 4 (a). El congreso fue sumamente importante desde el punto de vista educativo y profesional, ya que brindó un espacio para el intercambio de conocimientos, debates y experiencias, contribuyendo al avance del conocimiento científico, con más de 60 artículos publicados en los anales del evento (GEORS, 2022). Cabe destacar la presencia de la Profesora Dra. María Eugenia Giménez Boscov, reconocida investigadora en el tema de Geotecnia Ambiental, quien disertó sobre *el Aprovechamiento de Residuos en Obras Geotécnicas*. El profesor es autor del libro *Geotecnia Ambiental* (Boscov, 2008), ampliamente utilizado en el ambiente académico brasileño. Además, otros investigadores difundieron sus conocimientos a través de la presentación de conferencias técnicas y artículos seleccionados, como se afirma en ABMS (2022b).

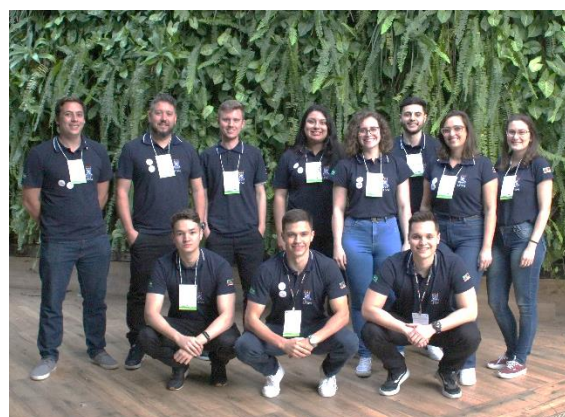
Para los estudiantes de pregrado que participaron en el proyecto de extensión, fue la primera experiencia relacionada con la organización de un gran evento técnico. Además de toda la planificación y organización que duró meses, la oportunidad de estar cerca de investigadores

de renombre, grandes ejemplos de profesionales, fue algo notable para todos. La Figura 4 (b) muestra el equipo organizador del XI GEORS.

Figura 4 – GEORS 2022 (a) asistentes al evento (b) equipo organizador del evento



(a)



(b)

Fuente: Colección propia (2022).

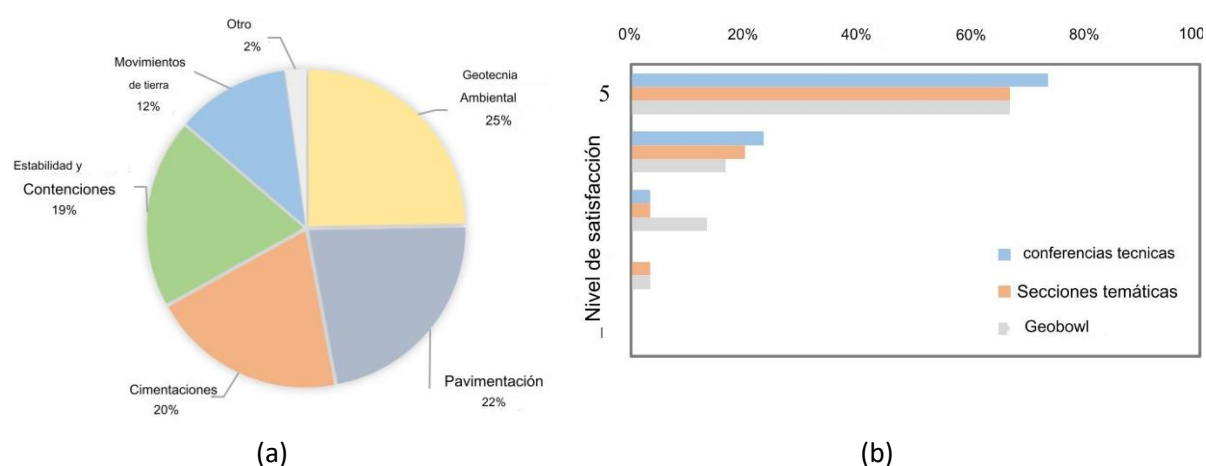
Con la aplicación del cuestionario de evaluación propuesto se llegó al 59% del público participante. De este participante, el 64% eran estudiantes de pregrado, el 19% son graduados en las áreas afines del evento, el 8% de los participantes tienen una maestría y el 9% tienen un doctorado en áreas afines. Para el 75% del público que respondió al cuestionario, era su primera participación en un evento científico, por lo que fue satisfactorio saber que el evento tuvo un impacto positivo y realmente llegó a la audiencia deseada.

Al cuestionar la motivación para participar en el XI GEORS, las respuestas más recurrentes fueron: Interacción con profesionales de renombre en el área, Actualización de conocimientos, Interés en el área de geotecnia, Oportunidad de publicar y presentar las investigaciones realizadas. Entre las posibles áreas de actividad en geotecnia, las áreas de mayor interés se muestran en la Figura 5 (a). Se observa que el área temática de Geotecnia Ambiental mostró mayor interés en la acción. Posiblemente esto esté ocurriendo debido a la concientización del entorno técnico frente al tema ambiental, además de las posibilidades y oportunidades de trabajar en la zona, como en proyectos y manejo de rellenos sanitarios, en trabajos de descaracterización de presas de relaves, trabajos mineros posteriores, en empresas y obras de pavimentación que consideren la reutilización del material de recubrimiento, entre otros.

Otra pregunta que se les hizo a los participantes del evento se relacionó con el nivel de satisfacción con las conferencias técnicas y las secciones temáticas, considerando las respuestas

en una escala de 0 a 5, como se muestra en la Figura 5 (b). Se observa que el nivel de satisfacción fue alto para todas las actividades, demostrando que las elecciones de enfoque y temática fueron adecuadas a lo esperado por el público académico, las empresas y las entidades de clase participantes.

Figura 5 – (a) áreas de actividad de los participantes (b) nivel de satisfacción de los participantes con el evento



Fuente: Elaboración propia (2023).

Para las acciones desarrolladas exclusivamente para los alumnos de la UFSM, se destaca la clase inaugural del primer semestre académico del año 2023, para los cursos de Grado y Posgrado en Ingeniería Civil e Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Esta clase magistral fue impartida por el Dr. Nilo Cesar Consoli, quien se encuentra en la lista de los científicos más citados en el campo de la Ingeniería y la Tecnología y actualmente es el sexto investigador más influyente del mundo (Research, 2023). La conferencia titulada Innovación en Geotecnia y Geotecnología Ambiental: nuevos materiales y soluciones a nuevos y viejos problemas geotécnicos contó con la participación de más de 200 estudiantes. Además de las enseñanzas compartidas y las aspiraciones profesionales, la conferencia alentó el desarrollo de nuevos estudios e investigaciones en el área ambiental, incluyendo la reutilización y valorización de residuos y el desarrollo de nuevas tecnologías con matrices energéticas.

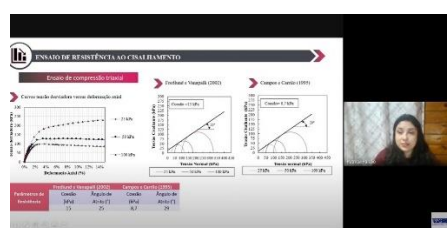
Además de la clase inaugural antes mencionada, se realizaron otras charlas técnicas y minicursos por parte del equipo del proyecto en conjunto con el Programa de Educación Tutorial (PET) del curso de Ingeniería Civil, buscando la integración entre otros sectores de la universidad en pro de la docencia. Un ejemplo del fruto de esta colaboración recurrente, la conferencia Breve Panorama de la Aplicabilidad de los Materiales Sostenibles en Proyectos

Geotécnicos, fue impartida por el miembro del proyecto Ingeniero Ma. Paula Taiane Pascoal, en el 1er Maratón de Sostenibilidad en Ingeniería Civil, impartido a más de 60 estudiantes en el 2do semestre de 2022 - Figura 6 (a). Además, se ofrecieron dos minicursos en el área temática a los alumnos de la UFSM, que fueron dictados durante la Pandemia de COVID-19, por el Ingeniero Ma. Patricia Rodrigues Falcão, titulada Introducción al Diseño de Taludes y Problemas de Percolación y Estabilidad de Taludes, como se muestra en la Figura 6 (b). Tanto el profesor del tema de la sostenibilidad como el profesor del minicurso evaluaron la oportunidad otorgada como fructífera, ya que se consideró satisfactoria la expectativa en cuanto a la participación de los estudiantes. En cuanto a los contenidos abordados, lo consideraron sumamente necesario en ingeniería civil, ya que se trata de una temática multidisciplinar.

Gráfico 6 – Acciones en la educación superior: (a) conferencia impartida por un miembro del proyecto; b) minicurso impartido por un miembro del grupo



(a)



(b)

Fuente: Colección propia (2023).

Las acciones realizadas para los estudiantes de la UFSM son muy importantes para capacitar a los estudiantes en los aspectos técnicos relacionados con la geotecnia ambiental, sus problemas y soluciones, centrándose en garantizar la preservación y seguridad ambiental y fomentar nuevas investigaciones en el área.

La capacidad de combinar conocimientos teóricos y prácticos es un diferencial importante en un educador. Es de esta manera que el profesional es capaz de cautivar e incentivar a sus estudiantes a buscar soluciones a diferentes problemas, desarrollar nuevas tecnologías y diseñar de manera segura y sostenible. Frente a esto, una de las actividades desarrolladas dentro del proyecto de extensión para estudiantes de la UFSM es la visita técnica a Rellenos Sanitarios. En vista de la asociación entre el grupo y el CRVR, se realizaron visitas a la AS de Minas do Leão y a la AS de Santa Maria - Figura 7 (a) -, ambas en Rio Grande do

Sul. Además de las visitas técnicas, los profesores orientan al equipo técnico del CRVR, con cursos para mejorar la calidad de operación, mantenimiento y seguridad de los vertederos. La figura 7 (b) ejemplifica un curso impartido por los profesores Magnos Baroni y Rinaldo Pinheiro, en 2022, en la unidad Minas do Leão/RS.

Figura 7 – (a) Fotografía aérea de la visita técnica realizada en el Relleno Sanitario Santa María – RS; b) Curso de capacitación para el equipo de trabajo de la unidad de Minas do Leão



(a)



(b)

Fuente: Colección propia (2023).

Formación continua de ingenieros

La formación continua de los miembros a nivel de pregrado y posgrado se da en paralelo con todas las actividades que se están realizando. Así, se anima a los miembros de este proyecto a realizar investigaciones en el área de la geotecnia ambiental y a participar en conferencias, cursos y congresos en el área. Actualmente, debido a la búsqueda de soluciones a las necesidades del entorno práctico, el grupo desarrolla investigaciones relacionadas con los vertederos, la valorización de residuos y la sostenibilidad. Por lo tanto, se recomienda encarecidamente a los miembros que escriban artículos técnicos para difundir la investigación y compartir conocimientos, como los artículos de Nascimento *et al.* (2022), Nascimento *et al.* (2023) y Ben *et al.* (2023) publicado y presentado en anales de reconocidos congresos brasileños de geotecnia ambiental. Nascimento y cols. (2022) recibió una Mención Honorífica al mejor artículo científico en la sección temática de Geotecnia Ambiental en el XI Seminario de Ingeniería Geotécnica de Rio Grande do Sul.

El tema ambiental también es abordado por los profesores Magnos Baroni y Rinaldo José Barbosa Pinheiro, en la supervisión de trabajos de fin de curso, maestría y doctorado.

Ejemplos de ello son las tesis doctorales de Salamoni (2019), Scapin (2021) y Klamt (2025, en

prensa), las tesis de maestría de Rauber (2008), Salamoni (2008), Delongui (2012), Denardin (2013), Reis (2013), Teixeira (2015), Chiarello (2022) y Nascimento (2024, en prensa), además de los trabajos de finalización de cursos de grado de Nascimento (2022), Marques (2021) y Arruda (2022).

El perfeccionamiento constante de los profesionales que trabajan en el área de la Geotecnia Ambiental es relevante, debido a que a menudo se insertan nuevos métodos y tecnologías en el medio ambiente, y la alta demanda de soluciones ambientalmente correctas, hacen que el profesional busque la formación continua. En vista de ello, se destaca que las actividades mencionadas, desarrolladas por ingenieros en el contexto de los estudios de posgrado y por futuros ingenieros que son estudiantes de pregrado, además de contribuir a su formación, traen respuestas positivas a la sociedad en su conjunto.

Consideraciones finales

La construcción de valores sociales, conocimientos, actitudes y habilidades enfocadas al medio ambiente son esenciales para el ser humano, ya que la calidad de vida de la población está ligada a ello. Así, la educación ambiental debe estar presente en todos los niveles y modalidades del proceso educativo, ya sea formal o no formal. El conocimiento con relación a las actitudes y actividades que desarrollamos durante nuestra vida diaria es sumamente importante debido a las consecuencias de nuestras acciones, ya que los residuos que generamos hoy serán sin duda el problema de mañana.

La política de las 3R's forma parte del proceso educativo de la sociedad desde hace años, sin embargo, todavía se generan muchos residuos y el destino de cada tipo es diferente. En el caso de los rellenos sanitarios, la complejidad en la realización de las actividades y la gestión de las demandas necesarias son un reto para los profesionales a cargo, por lo que es necesario contar con una capacitación continua.

Ante esto, se entiende que la educación ambiental debe estar en la agenda en todos los niveles, ya sea en el ámbito escolar o no. Cuanto antes comience el entrenamiento, más éxito tendrá. Así, este proyecto de extensión universitaria ha desarrollado y continúa trabajando en demandas integrales de educación ambiental, además de la búsqueda de innovación y desarrollo de soluciones para vertederos y residuos, con un sesgo sustentable en sus actividades e investigaciones.

Debido al vínculo que se formó entre la universidad y la comunidad local, se llevó a cabo una experiencia lúdica en una clase de educación infantil. Las actividades mostraron resultados positivos, concluidos a partir de la interacción y el conocimiento adquirido por los pequeños ciudadanos. Por otro lado, en la educación superior, la oferta de un evento de calidad para transmitir conocimientos de grandes investigadores en el área de la geotecnia ambiental fue una de las actividades realizadas en el XI GEORS, evento realizado por el equipo que conforma el proyecto de extensión. A través de las actividades realizadas, confirmadas con la aplicación de un cuestionario, se puede concluir que los futuros ingenieros son conscientes de que el cuidado del medio ambiente debe ser parte de sus días, y que tendrán un papel fundamental en la solución de los problemas ambientales.

También en la educación superior, a partir de conferencias, minicursos y visitas técnicas, buscamos capacitar a estudiantes de pregrado y posgrado en ingeniería civil y ambiental, brindando una educación de calidad, con una buena formación técnica y formación del carácter, para que la sociedad pueda contar con profesionales conscientes y calificados.

La proximidad a empresas, como CRVR, proporciona evolución para ambas partes. Un ejemplo de ello fue la capacitación ofrecida por profesores de la UFSM a los empleados de la empresa. Por otro lado, tener acceso a datos sobre monitoreo y caracterización de vertederos proporciona investigación al grupo, que es capaz de contribuir con soluciones a nuevos y constantes desafíos.

Finalmente, se entiende que este amplio proyecto de extensión no solo es llevado a cabo por los autores de este artículo, sino que es un trabajo constante realizado por muchas manos. Ya se han obtenido muchos resultados, sin embargo, el principal resultado es la consolidación de un amplio equipo de trabajo y la realización de actividades para diferentes grupos, y es posible decir que las acciones ya realizadas y futuras acciones tendrán un impacto importante en la preservación de nuestro planeta y la mejora de la calidad de vida de la población. señalando que los resultados obtenidos y por alcanzar son y serán positivos, así como otros estudios que se están iniciando con el tema.

REFERENCIAS

- ABUBAKAR, I. R.; MANIRUZZAMAN, K. M.; DANO, U. L.; ALSHIHRI, F. S.; ALSHAMMARI, M. S.; AHMED, S. M. S.; AL-GEHLANI, W. A.; ALRAWAF, T. I. Environmental sustainability impacts of solid waste management practices in the global south. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [S. l.], v. 19, p. 1-26, 2022. DOI: 10.3390/ijerph191912717. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9566108/>. Acceso en: 22 jul. 2023.
- ALMEIDA, B. C.; PORTO, L. J. L. S.; SILVA, C. M. Construção de histórias em quadrinhos como recurso didático para a Educação Ambiental. **Revista brasileira de Educação Ambiental** (Revbea), São Paulo, v. 15, n. 3, p. 229-245, 2020. DOI: 10.34024/revbea.2020.v15.9664. Disponible en: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/9664>. Acceso en: 22 jul. 2023.
- AMARO, F. T.; BERNARDES, M. B. J. Educação Ambiental como instrumento de mitigação de impactos ambientais: experiências com Programas de Educação Ambiental (PEA's) desenvolvidos para linhas de transmissão de energia elétrica. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 35, n. 3, p. 152-169, 2018. DOI: 10.14295/remea.v35i3.8156. Disponible en: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/8156>. Acceso en: 22 jul. 2023.
- ARRUDA, N. D. **Estudo da resistência entre interfaces de areia e geomembranas por meio de ensaios de cisalhamento direto**. 2022. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MECÂNICA DOS SOLOS. GeoRS 2022 reúne mais de 300 pessoas na Universidade Federal de Santa Maria. **Ser Digital**, 2022a. Disponible en: <http://serdigital.com.br/temp/abms/noticia/geors-reune-mais-de-pessoas-na-universidade-federal-de-santa-maria>. Acceso en: 28 jul. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MECÂNICA DOS SOLOS. Com palestrantes de renome, GEORS 2022 acontece entre 13 e 14 de outubro, em Santa Maria. **Ser Digital**, 2022b. Disponible en: <https://www.serdigital.com.br/temp/abms/noticia/geors-acontece-entre-13-e-14-de-outubro>. Acceso en: 28 jul. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2022. Disponible en: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acceso en: 28 jul. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004 – Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
- BEN, L. H. F.; FALCÃO, P. R.; PASCOAL, P. T.; NASCIMENTO, L. A.; BARONI, M. Um breve estudo a respeito da importância da modelagem interface geomembrana-resíduo. *In*:

CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOSSINTÉTICOS, 9.; CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTAL, 10., 2023. **Anais [...]**. Salvador: [s. n.], 2023.

BARROS, L.V. R.; RECENA, M. C. P. Conscientizar os alunos da educação infantil sobre a importância de preservar o meio ambiente. **Educação Ambiental em Ação**, [S. l.], v. 21, n. 86, 2024. ISSN: 1678-0701. Disponível em: <https://revistaea.org/artigo.php?idartigo=2883>. Acesso em: 28 jul. 2023.

BOSCOV, M. E. G. **Geotecnia Ambiental**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Referência Curricular Nacional para a Educação Infantil**. Brasília, DF: MEC/SEF, DF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/rcneivoll.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2023

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 24 jul. 2023.

CHEN, D. M. C.; BODIRSKY, B. L.; KRUEGER, T.; MISHRA, A.; POPP, A. The world's growing municipal solid waste: trends and impacts. **Environmental Research Letters**, [S. l.], v. 15, n. 7, p. 1-13, 2020. DOI: 10.1088/1748-9326/ab8659. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab8659>. Acesso em: 23 jul. 2023.

CHIARELLO, G. P. **Interação de interfaces entre solo e geomembranas através de ensaios de cisalhamento direto**. 2022. 217 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2022.

CRVR. **Biotérmica Energia S/A – Solvi**. 2023. Disponível em: <https://biotermicaenergia.com.br/area-de-atuacao/>. Acesso em: 23 jul. 2023.

CUNHA, C. R.; NASCIMENTO, C.; DALL'ORTO, J. A. C.; SILVA, J. G. F. A literatura infantil e sua possibilidade de abrir horizontes em relação à Educação Ambiental na primeira infância. **Revista brasileira de Educação Ambiental (Revbea)**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 431-441, 2020. DOI: 10.34024/revbea.2020.v15.9898. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/9898>. Acesso em: 24 jul. 2023.

DELONGUI, L. **Caracterização e adequação dos resíduos da construção civil produzidos no município de Santa Maria-RS para aplicação em pavimentação**. 2012. 220 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2012.

DENARDIN, G. P. **Estudo dos recalques do aterro sanitário da central de resíduos do recreio – Minas do Leão/RS**. 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2013.

FREIRE, P. **Consientização**. 1. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2018.

GEORS. SEMINÁRIO DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA DO RIO GRANDE DO SUL, 11., Santa Maria. **Anais [...]**. Santa Maria, RS: UFSM, 2022. Disponible en: <https://proceedings.science/geors-2022?lang=pt-br>. Acceso en: 20 jul. 2023.

HUMAN DEVELOPMENT INDEX (HDI). **Human Development Reports**. 2022. Disponible en: <https://hdr.undp.org/data-center/human-development-index#/indicies/HDI>. Acceso en: 20 jul. 2023.

KAZA, S.; YAO, L. C.; BHADA-TATA, P.; VAN WOERDEN, F. **What a Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. 1. ed. Washington: International Bank of Reconstruction and Development / The World Bank, 2018.

KLAMT, R. A. **Parâmetros de Resistência da Interface Solo-Reforço aplicados em Aterros Sanitários**. 2025. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2025 (no prelo).

LANGE, L. C.; CANTANHADE, Á. L.; TEIXEIRA, E. N. Resíduos sólidos: projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários: guia do profissional em treinamento. **ReCESA**, v. 2, 2008.

LUIS, M. A. V. A disseminação do conhecimento científico: desafios e perspectivas. **Revista eletrônica de saúde mental, álcool e drogas**, Ribeirão Preto, v. 7, n. 2, 2011. Disponible en: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-69762011000200001. Acceso en: 25 jul. 2023

MACHADO, A. L. S.; ZANETI, I. C. B. B.; HIGUCHI, M. I. G. A degradação dos cursos hídricos urbanos, uma abordagem sobre gestão e educação ambiental. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 14, n. 3, p. 1124–1138, 2019. DOI: 10.21723/riaee.v14i3.11416. Disponible en: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/11416>. Acceso en: 21 jul. 2023.

MANHEIM, D. C.; YESILLER, N.; HANSON, J. L. Climate change effects of Gases from Municipal Solid Waste Landfills. **Japanese Geotechnical Society Special Publications**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 142-147, 2021. DOI: 10.3208/jgssp.v09.cpeg035. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgssp/9/4/9_v09.cpeg035/_article/-char/en. Acceso en: 21, jul. 2023.

MARQUES, L. B. **Avaliação dos parâmetros de resistência na interface solo-geomembrana através do equipamento de cisalhamento direto**. 2021. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2021.

NASCIMENTO, L. A. **Modelagem tridimensional de um aterro sanitário de grande porte**. 2022. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2022.

NASCIMENTO, L. A.; BARONI, M.; PINHEIRO, R. J. B.; SALAMONI, R. H. Modelagem tridimensional de um aterro sanitário de grande porte. *In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA DO RIO GRANDE DO SUL*, 11., 2022. **Anais [...]**. Santa Maria, RS: [s. n.], 2022.

NASCIMENTO, L. A.; PRIOR, A. D. R.; BARONI, M.; PINHEIRO, R. J. B.; SOMAVILA, E. A. Análise probabilística de estabilidade de um talude considerando a superfície de ruptura na interface entre resíduo sólido urbano e geossintético. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOSINTÉTICOS*, 9.; *CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTAL*, 10., 2023. **Anais [...]**. Salvador: [s. n.], 2023.

NASCIMENTO, L. A. **Previsão de recalques em um aterro sanitário de grande porte através de cálculos analíticos e modelos constitutivos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2024 (no prelo).

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Our Common Future**. 1983. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. Acesso em: 15 marzo 2024.

RAUBER, A. C. C. **Diagnóstico ambiental urbano do meio físico de Santa Maria – RS**. 2008. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

REIS, R. P. **Gestão dos resíduos eletroeletrônicos no município de Santa Maria - RS: proposta de política pública**. 2013. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2013.

RESEARCH.COM. Best Earth Science Scientists. **RESEARCH.COM**. 2023. Disponível em: <https://research.com/scientists-rankings/earth-science>. Acesso em: 01 ago. 2023.

ROSER, M. **Our World in Data**. 2019. Disponível em: <https://ourworldindata.org/human-development-index>. Acesso em: 20 jul. 2023.

SALAMONI, G. D. P. **Compressibilidade de Resíduos Sólidos Urbanos Devido aos Processos de Biodegradação em um Aterro Sanitário**. 2019. 230 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Santa Maria, RS, 2019.

SALAMONI, R. H. **Viabilidade do processo operacional da Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita (CTRC) - Santa Maria, RS**. 2008. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

SCAPIN, J. **Avaliação da utilização de solo e lodo de estação de tratamento de água como material de cobertura e de fundo em células experimentais de resíduos sólidos urbanos**.

2021. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2021.

SILVA, E. S.; ALMEIDA, I. D. A conscientização do descarte de resíduos sólidos através da educação ambiental. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO*, 5., 2018. **Anais [...]**. Recife: [s. n.], 2018.

TABATA T.; HISHINUMA, T.; IHARA, T.; GENCHI, Y. Life cycle assessment of integrated municipal solid waste management systems, taking account of climate change and landfill shortage trade-off problems. **Waste Management & Research**, [S. l.], v. 29, n. 4, p. 423-432, 2011. DOI:10.1177/0734242X10379493. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20699290/>. Acceso en: 25 jul. 2023.

TEIXEIRA, M. C. **Previsão e monitoramento de recalques em aterros sanitários / estudo de casos: central de resíduos do recreio – Minas do Leão/RS e São Leopoldo/RS**. 2015. 217 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

TORO, L. F. M.; VAZ, A. A educação ambiental promovida pelas políticas de educação ambiental do Brasil e Colômbia. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 17, n. 4 p. 2648–2665, 2022. DOI: 10.21723/riaee.v17i4.14226. Disponible en: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/14226>. Acceso en: 24 jul. 2023.

UNIVERSIDADE FERERAL DE SANTA MARIA. GEORS 2019. **UFSM.BR**, 2019. Disponible en: <https://www.ufsm.br/cursos/graduacao/santa-maria/engenharia-civil/2019/03/25/geors-2019>. Acceso en: 27 jul. 2023.

UNIVERSIDADE FERERAL DE SANTA MARIA. Aula Inaugural dia 23 de março – Inovação em Geotecnia e Geotecnologia Ambiental: Novos materiais e soluções para velhos e novos problemas geotécnicos. **UFSM.BR**, 2023. Disponible en: <https://www.ufsm.br/cursos/pos-graduacao/santa-maria/ppgec/2023/03/22/aula-inaugural-dia-23-de-marco-inovacao-em-geotecnia-e-geotecnologia-ambiental-novos-materiais-e-solucoes-para-velhos-e-novos-problemas-geotecnicos>. Acceso en: 27 jul. 2023.

VERDERIO, L. A. P. O desenvolvimento da educação ambiental na educação infantil: importância e possibilidades. **Revista brasileira de educação ambiental**, [S. l.], v. 16, n.1, 2021. DOI: 10.34024/revbea.2021.v16.10617. Disponible en: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10617>. Acceso en: 26 jul. 2023.

VERMA, R. L.; BOROGAN, G. Emissions of Greenhouse Gases from Municipal Solid Waste Management System in Ho Chi Minh City of Viet Nam. **Urban Science**, [S. l.], v. 4, n. 78, 2022. DOI: 10.3390/urbansci6040078. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2413-8851/6/4/78#:~:text=By%20summation%20of%20each%20MSW,tonnes%20of%20CO2-eq>. Acceso en: 26 jul. 2023.

WILSON, D. C.; VELIS, C. A. Still a global challenge in the 21st century: An evidence-based call for action. **SAGE Publications Ltd**, [S. l.], v. 33, n. 12, 2015. DOI: 10.1177/0734242X15616055. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X15616055>. Acceso en: 25 jul. 2023.

CRedit Author Statement

Reconocimientos: Los autores agradecen a la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Nivel Superior (CAPES) por las becas del primer y segundo autor y a la Universidad Federal de Santa María y al Laboratorio de Materiales y Construcción Civil por su constante apoyo en las actividades de enseñanza, investigación y extensión. También queremos agradecer a los profesionales implicados en las actividades de divulgación promovidas por el grupo. Se hace extensivo el agradecimiento a la Empresa de Valorización de Resíduos Riograndense (CRVR) por el trabajo conjunto y a la escuela Heroica por el espacio para realizar las actividades en una de sus clases.

Financiación: El primer y segundo autores reciben una beca de la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Nivel Superior (CAPES). La Universidad Federal de Santa María financia dos becas de extensión, convocatoria FIEX CT 2023, para dos estudiantes de graduación que participan en el proyecto.

Conflictos de intereses: No hay conflictos de intereses.

Aprobación ética: Los autores del presente estudio, así como los mencionados anteriormente respecto a los miembros del grupo, mantuvieron la ética durante su realización, presentando los resultados obtenidos con total veracidad, sin alteración u omisión de resultados.

Disponibilidad de datos y material: Los trabajos mencionados en el texto están disponibles en los anales de los eventos y en el repositorio de la Universidad Federal de Santa María (UFSM)).

Contribuciones de los autores: El primer y segundo autor fueron responsables de la conceptualización, la curación de datos, la validación, la metodología, la redacción, la revisión y la edición; El tercer autor fue responsable de supervisar, validar, escribir, revisar y administrar el proyecto.

Procesamiento y edición: Editora Iberoamericana de Educación - EIAE.
Corrección, formateo, normalización y traducción.

