

Metareciclagem com o Projeto ReuseTech

Relato de Experiências de 7 Anos do Projeto de Extensão Alinhado ao Ensino e à Pesquisa

Josiney de Souza*

josiney.souza@ifc.edu.br

Instituto Federal Catarinense (IFC) *campus* Brusque
Brusque, Santa Catarina, Brasil

Leticia Cristina Nakasawa Kobus

Kobusleticia@gmail.com

Instituto Federal Catarinense (IFC) *campus* Brusque
Brusque, Santa Catarina, Brasil

Abraão Teixeira da Silva

abraaoteixeira0101@gmail.com

Instituto Federal Catarinense (IFC) *campus* Brusque
Brusque, Santa Catarina, Brasil

Miguel Amaro da Silva

amarodasilvamiguel@gmail.com

Instituto Federal Catarinense (IFC) *campus* Brusque
Brusque, Santa Catarina, Brasil

ABSTRACT

In Information Technology, one of the concerns is electronic waste from equipment, highly polluting, and environmental preservation. At IFC *campus* Brusque, to work on this cross-cutting theme, the ReuseTech project was proposed. This is a report on the experiences of seven years (2016 to 2022) of project as an alternative to insert research and extension in high school or higher education curricula. From the knowledge of the curriculum courses, the students collected computer equipment, did sorting and, what could be recovered, was donated to the local society; what could not be, disposed of correctly in ecopoints. This work presents and discusses the main results of the project in research (such as summaries, events, brands and software registrations) and extension (such as audience reached, donations, assembly and maintenance computer workshops).

KEYWORDS

Lixo Eletrônico, Reuso, Extensão Universitária, Relato de Experiências, TI Verde

1 INTRODUÇÃO

Uma das preocupações atuais é sobre a conscientização ambiental para a preservação do meio ambiente. Ela também passa pela Informática, através da temática de TI Verde, pois há diversos aparelhos eletrônicos em uso pelas pessoas, como computadores e celulares, que, se não descartados corretamente, tendem a se tornar um resíduo sólido urbano chamado de “resíduos tecnológicos, lixo *high tech*, e-lixo ou resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos” [1].

Segundo estudos da Organização das Nações Unidas, em 2019, o mundo gerou e-lixo em uma quantidade de 53,6 milhões de toneladas métricas (Mt) [2]. Nesse levantamento, o Brasil foi apontado como o quinto maior produtor de e-lixo do planeta e o maior da América Latina em valores absolutos, com produção de 2,143 Mt que representa 10,2 kg *per capita*.

Os materiais presentes no e-lixo, além do elevado tempo de decomposição, possuem metais e outros elementos químicos como mercúrio, cádmio e chumbo [3]. Não só prejudicial ao meio ambiente (rios e solo), o e-lixo é também bioacumulativo, causando doenças pelo acúmulo de metais no corpo [4].

Considerando essa realidade, desde 2016 o Instituto Federal Catarinense (IFC) *campus* Brusque trabalha com o projeto de extensão ReuseTech para conscientizar os Arranjos Produtivos Locais (APL) sobre o descarte correto de equipamentos de informática e sua reutilização quando possível [5–13].

Assim, este trabalho apresenta um relato sobre a experiência de sete anos de aplicação do projeto ReuseTech no IFC *campus* Brusque como uma possibilidade para a curricularização da extensão universitária. Apesar de ser um projeto de extensão, também está integrado à pesquisa e ao ensino; dessa forma, sendo um caminho para a curricularização dessas dimensões.

As demais seções deste trabalho estão assim organizadas: a Seção 2 explica o projeto ReuseTech, seguida pela Seção 3 com a metodologia, ações e organização do projeto. A Seção 4 traz trabalhos semelhantes ao projeto ReuseTech. A Seção 5 ilustra os principais pontos de resultados obtidos com o projeto e os discute. A Seção 6 encerra este trabalho, seguida por agradecimentos e referências utilizadas.

2 O PROJETO REUSETECH

O projeto ReuseTech surgiu em 2016 da necessidade do *campus*, à época com estrutura e orçamento restritos e às vésperas de iniciar seus cursos regulares de Técnico Integrado ao Ensino Médio (dentre os quais, o de Informática), em ter equipamentos de informática que pudessem ser manipulados e modificados que não fossem do patrimônio.

Equipamentos com essa finalidade são importantes para a prática profissional dos estudantes. Permitir a montagem, manutenção de equipamentos e reconhecimento de peças faz parte dos conhecimentos de um técnico em informática. Porém, pela impossibilidade de tempo e de orçamento para aquisições naquele momento, recorreu-se à sociedade civil para que lhe doasse alguns equipamentos sem uso ou mesmo obsoletos.

Nessa mesma época, estudos da ONU apontavam que, em 2014, o Brasil produzia 36% do lixo eletrônico da América Latina, enquanto esta era responsável por 9% do lixo eletrônico produzido globalmente [14]. Mesmo recentemente, “97% do lixo eletrônico da América Latina não é descartado de forma sustentável” [15]. Dessa forma, se somou aos objetivos do projeto a oportunidade de se trabalhar temas transversais como preservação e meio ambiente a partir da conscientização ambiental.

*Also with Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Ao mesmo tempo, o projeto se propôs a trabalhar duas demandas induzidas da sociedade civil local: auxiliar no descarte correto de lixo eletrônico e devolver à sociedade equipamentos recuperados. Sendo um ponto de coleta de equipamentos, contribuiu com a primeira demanda; enquanto que, ao realizar triagens e reinstalações usando software livre, conseguiu dar sobrevida a equipamentos, trabalhar as práticas profissionais e devolver à sociedade computadores por ela doados.

Ainda, o projeto ReuseTech objetivou dar apoio a componentes curriculares que envolvessem montagem e manutenção de computadores, instalação e administração de sistemas operacionais, e nivelamento em informática básica mesmo em cursos de qualificação profissional, graduação e eventos abertos à sociedade em geral.

Nesse sentido, por atender demandas locais, pôde-se trabalhar a extensão universitária pelo projeto; e esta não está desarticulada do ensino. Apesar de não estar oficialmente no currículo, os estudantes são incentivados a explanarem como as ações do projeto se relacionam com diferentes componentes curriculares que estão cursando.

Ao se prepararem para as palestras e minicursos usando os conhecimentos obtidos em aulas regulares, os estudantes estão trabalhando com conceitos pedagógicos como plano de ensino da atividade, avaliações do conhecimento e recursos didáticos mesmo que esses termos não sejam usados explicitamente.

Também não está desarticulado da pesquisa. À medida que avançam nas ações do projeto, os estudantes são incentivados a elencarem pontos positivos e oportunidades de melhorias. Para tanto, é necessário que se valham de observações do objeto de estudo, experimentações, hipóteses e propostas de novidades. Os conceitos de pesquisa geralmente são aplicados na escrita de artigos e resumos para eventos.

Outro ponto é o caráter agregador de competências. Desde sua concepção, o projeto é desenvolvido com uma amostra de estudantes dos cursos Técnico em Informática do *campus* e, em 2022, também com os do Tecnologia em Rede de Computadores. As ações desenvolvidas podem valer nota nos componentes curriculares, a depender do combinado com o professor responsável.

3 AÇÕES E ORGANIZAÇÃO DO PROJETO REUSETECH

Os estudantes são os principais responsáveis pelas ações do projeto. Além da recepção de equipamentos, também realizam, de forma supervisionada: organização do laboratório dos componentes; classificação, testes/triagem e inventário de equipamentos recebidos; criação de conteúdos para divulgação em mídias sociais; participação em eventos científicos e de divulgações; oferta de oficinas de montagem e manutenção de computadores; desenvolvimento de relatórios de trabalho. Realiza-se também reuniões de acompanhamento periódicas do progresso das ações.

O recrutamento de estudantes é feito em etapas: primeiro, se apresenta o projeto nas recepções aos estudantes e em aulas de componentes de hardware. Ao procurarem por algum coordenador do projeto, se houver até 10 interessados, todos são inseridos no projeto; senão, é feita uma seleção com prova objetiva sobre

conhecimentos de hardware e de software e uma prova prática de montagem e de identificação de equipamentos.

Com os resultados, é montada uma lista de classificação ordenada de forma decrescente pela nota de ambas avaliações. Em caso de empate na pontuação, é dada preferência por estudantes com maior nota em componentes curriculares de hardware, software e sistemas operacionais; depois, em demais componentes curriculares; e após, pelo semestre ou série mais avançada do candidato. Os que não são imediatamente aceitos ficam em lista de espera. Os mesmos critérios são usados para atribuição de bolsas.

O projeto ReuseTech tanto realiza contatos quanto os recebe da sociedade. Entre os contatos feitos pelo projeto à sociedade, está o de firmar parcerias ou pedir doações para o projeto a empresas locais; de convites para participar de palestras e minicursos em eventos isolados, temáticos ou amplos (como as semanas acadêmicas de cursos); dos contatos eletrônicos e das mídias sociais do projeto; do contato com ecopontos para o descarte correto de equipamentos não recuperados; e da doação de equipamentos recuperados.

Dos contatos que a sociedade realiza ao projeto está o da retirada de equipamentos doados como inservíveis ou obsoletos; da entrega de material a um integrante do projeto; do depósito em um ponto de coleta no *campus* chamado de “papa-hardware”; de visitas técnicas guiadas no *campus*; e de pedido por equipamentos recuperados.

Nos anos de 2020 e 2021, devido à pandemia de COVID-19, foi realizado um trabalho remoto especialmente por site, mídias sociais e eventos on-line. Mesmo em um contexto de isolamento, se construiu um sistema de controle de estoque *web* para catalogar e gerir os equipamentos que a sociedade doou ao projeto em diversos momentos. Foram usadas as tecnologias HTML e CSS para o *front-end* do sistema e PHP e MySQL para o *back-end* do sistema. Mais detalhes não podem ser divulgados pois o software está em processo de registro junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Em 2022, além das atividades abertas à sociedade, também foram oferecidas oficinas exclusivas especializadas para os estudantes do *campus* como uma forma de minimizar os efeitos da pandemia e recuperar os conteúdos e as práticas profissionais que não puderam ser feitas nos anos anteriores devido à pandemia de COVID-19.

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Desde os anos 2000, com o início da popularização da informática no Brasil, sempre houve uma preocupação com a gestão de resíduos sólidos oriundos desses equipamentos. Diversas discussões abordaram a temática e regulamentações foram propostas, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) [16]. Outra abordagem foram projetos e programas de extensão para recolher, testar e usá-los em atividades de inclusão digital ou doações. A Tabela 1 agrupa diversas iniciativas organizadas por tipo de classificação e por ano de lançamento.

4.1 Logística Reversa

Na PNRS, estipulou-se a necessidade de haver uma política de logística reversa na cadeia de produção de equipamentos eletroeletrônicos, como os de informática, com responsabilidade compartilhada

Tabela 1: Projetos relacionados ao ReuseTech ordenados por classificação e por ano de lançamento da iniciativa

#	Iniciativa	Geral			Reciclagem			Reaproveitamento		
		Classificação	Lançamento	Abrangência	Coleta	Triagem	Descarte correto	Inclusão digital	Doações	Conscientização
1	San Lien	Logística Reversa	2000	Jacareí/SP São Paulo/SP	x	x	x			
2	Itautec		2001	Jundiaí/SP	x	x	x			x
3	Sir Company		2001	Suzano/SP Miami/EUA	x	x	x			x
4	Megajuda	Projeto de extensão	2000	SP (Estado)	x	x		x	x	
5	MetaReciclagem		2002	Santo André/SP SP (Estado)	x	x		x	x	
6	Computadores para Inclusão		2010	Nacional	x	x		x	x	
7	Museu da Computação		2011	Ponta Grossa/PR	x	x	x	x	x	x
8	EduBOT		2011	Santo Ângelo/RS	x	x		x		
9	InfoAcesso		2013	Santo Ângelo/RS	x	x		x	x	
10	ReuseTech		2016	Brusque/SC	x	x	x	x	x	x

entre produtores/fabricantes, comerciantes/distribuidores e consumidores do início ao fim da vida útil do produto e dando a destinação correta [17].

Com a logística reversa, além dos ganhos ambientais, as organizações podem diminuir custos. Uma das vantagens é que, ao receber os equipamentos, pode-se recuperar matérias-primas importantes para a produção de equipamentos, como o ouro. Na cotação de 2015, 175 gramas recuperados por meio de reciclagem de eletrônicos, rendiam R\$ 16.667,50 [18]. Outra vantagem é que, a partir do recebimento de equipamentos, redes de assistências técnicas autorizadas de fabricantes conseguem dispor de peças de reposição.

Assim, empresas como Itautec, San Lien e Sir Company (iniciativas 1, 2 e 3 da Tabela 1, respectivamente) foram umas das primeiras a trabalhar com a logística reversa [19]. Em geral, essas empresas recebem computadores oriundos de contratos corporativos ou de assistências técnicas e, após descaracterização, parte dos componentes são moídos e exportados para mercados internacionais de reciclagem (reaproveitamento de matéria-prima), para para a reciclagem em mercado nacional (ferro, alumínio, vidro, plástico, etc) e uma terceira parte de peças reaproveitadas em suas rede de assistência ou parcerias.

4.2 Projetos de Extensão

Contudo, as iniciativas anteriores focaram no apoio da logística reversa a produtores/fabricantes e comerciantes/distribuidores. O segmento de consumidores, também responsável pela logística reversa, foi atendido por projetos de extensão de responsabilidade de universidades, políticas públicas do Governo Federal e iniciativas independentes. De forma geral, essas iniciativas se concentraram em coletar equipamentos, fazer sua triagem e usá-los em atividades de inclusão digital em telecentros ou doá-los a pessoas ou instituições.

Justificam-se os trabalhos nesse segmento pois os componentes físicos como alumínio, ferro, cobre, outro e prata representam aproximadamente 45% da massa total de computadores e são pelo menos

60% recicláveis [20]. Ainda, em uma entrevista em 2010 na cidade de Ponta Grossa-PR, 55% de entrevistados possuíam celulares antigos, 43% possuíam computadores antigos em desuso, 70% não liam manuais ou embalagens em busca de informações sobre o descarte correto [21]. Na mesma pesquisa, quanto à responsabilidade do descarte correto, 50% acreditavam ser compartilhada entre governo, produtores e consumidores; 18% acreditavam ser responsabilidade apenas do produtor; 17%, apenas do consumidor; 13%, de órgãos públicos e 2%, de lojas que vendem o produto.

A ideia de se reaproveitar equipamentos de informática para uma sobrevida ou novos usos não é nova. As iniciativas Megajuda e MetaReciclagem (iniciativas 4 e 5 da Tabela 1, respectivamente) foram dois projetos pioneiros no Brasil que auxiliaram na responsabilidade do consumidor em relação à PNRS [20]. A Megajuda recebia computadores doados e os destinava a Escolas de Informática e Cidadania no Estado de São Paulo [22]. A MetaReciclagem fez “a reciclagem de equipamentos obsoletos com software livre, entregues a entidades de ação social” no Estado de São Paulo [23].

O projeto Computadores para Inclusão (iniciativa 6 da Tabela 1) é uma iniciativa do Governo Federal para “a construção de centros de condicionamento e reciclagem de computadores, idealizados para dar escala a captação de componentes e máquinas descartadas, formar e capacitar pessoal de baixa renda para trabalhar com hardware e software, e para servir de fonte fornecedora de equipamentos para programas de inclusão digital” [20].

O projeto Museu da Computação (iniciativa 7 da Tabela 1) “visa integrar comunidade e universidade em um espaço de ciência, propiciando o conhecimento sobre a história do computador e sobre o seu relacionamento com os diversos contextos sociais” [21]. Assim, reflete sobre o impacto de tecnologias computacionais no presente e no futuro, bem como a responsabilidade social e ambiental sobre tais equipamentos. Além da conscientização, faz a coleta de equipamentos, triagem e doações (quando os equipamentos podem ser

recuperados) ou descarte correto (quando não é possível recuperar os equipamentos).

A partir do conceito de metareciclagem, outros projetos relacionados foram desenvolvidos. No projeto EduBOT (iniciativa 8 da Tabela 1) foi desenvolvida uma plataforma no Rio Grande do Sul para o ensino de robótica a partir de peças obtidas com a metareciclagem [24]. No projeto InfoAcesso (iniciativa 9 da Tabela 1), máquinas caça-níqueis apreendidas pelo Ministério Público do Rio Grande do Sul foram remodeladas esteticamente e tiveram seus softwares originais trocados por jogos educativos desenvolvidos pelos autores e disponibilizados em ambientes escolares do Estado [25].

Comparando as ações de logística reversa com o projeto ReuseTech, possuem semelhanças ao realizarem a coleta, triagem e descarte correto de equipamentos. Outra semelhança é a conscientização ambiental feita através de seus sites eletrônicos, à exceção da San Lien. Porém diferem do ReuseTech ao não realizar inclusão digital. Outra diferença é não realizar doações dos equipamentos recolhidos para não estimular sua comercialização irregular no mercado paralelo [19] e preservar a marca das empresas envolvidas no processo de descarte.

Ao comparar as ações dos demais projetos de extensão com o ReuseTech, nota-se semelhanças de que todos se preocupam em realizar a coleta e triagem de equipamentos, além de efetuar ações de inclusão digital em locais específicos (como telecentros ou escolas) ou doar equipamentos a instituições de ação social ou pessoas em situação de vulnerabilidade social. Apesar de estarem listadas como diferenças com o projeto ReuseTech por não se encontrar estas informações explicitamente, imagina-se que haja o descarte correto de equipamentos junto a empresas de logística reversa e que as ações realizadas por si só já representam uma conscientização acerca do tema. Ainda, o projeto Museu da Computação é o que mais se assemelha ao ReuseTech porém aplicado a outro Arranjo Produtivo Local (APL).

Outras ações semelhantes são as coletas em mutirões organizadas pelas prefeituras ou associações diversas. Em Curitiba, a cada primeiro sábado de todo mês, a prefeitura recebe equipamentos de lixo eletrônico [26]. Em Brusque, há duas ações de coleta realizadas anualmente pela associação comercial da cidade [27]. Apesar de importantes para o meio ambiente, muitas dessas ações destinam-se apenas ao descarte correto mas não necessariamente ao reuso dos equipamentos por sobrevida, como realizado pelo projeto ReuseTech.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta os principais resultados obtidos com o projeto ReuseTech ao longo dos anos de execução. O projeto teve alcance em áreas tipicamente classificadas como de pesquisa (como resumos simples e expandidos; marcas, patentes e registros de software), como de extensão (público alcançado e retorno à sociedade através de doações realizadas) e compartilhada entre pesquisa e extensão (participação e premiação em eventos; estudantes voluntários e bolsistas). A Tabela 2 sumariza esses resultados.

5.1 Atividades Classificadas como de Pesquisa

Em relação à pesquisa, nota-se um aumento na participação em eventos a partir do número agregado de resumos (simples e expandidos) publicados. Também se nota a concessão de uma marca registrada (ReuseTech) e o aceite de entrada de processo de um pedido de registro de software de controle de estoque de peças de hardware recebidas pelo projeto (atualmente em sigilo junto ao INPI).

5.2 Atividades Classificadas como de Extensão

Na extensão, em geral, as ações desenvolvidas ou alcançaram ou estiveram próximas de alcançar ao menos a comunidade acadêmica interna. Em questão de público, o numerador da fração representa a estimativa de alcance do projeto, contabilizado como a quantidade de participantes das palestras, dos minicursos ou das mídias sociais do projeto. O denominador da fração representa a comunidade acadêmica, considerando-se a soma de estudantes que frequentavam curso no *campus* em determinado e de servidores contabilizados no censo interno do IFC. Para efeitos de cálculo, considerou-se o último censo interno publicado de cada ano.

Observa-se que o alcance das ações desenvolvidas se aproximaram da totalidade de sua comunidade acadêmica, exceto em duas situações: (i) no início do projeto e no período de pandemia de COVID-19, que ficou abaixo da metade de membros da comunidade acadêmica; e (ii) nos anos de 2019 e 2022, que a superou.

No primeiro caso, o projeto teve pouco engajamento dos estudantes porque estavam se apropriando de suas ações (no início do projeto) e pela sobrecarga de atividades e dificuldades que o trabalho remoto proporcionou (na época de pandemia). No segundo caso, não só o engajamento estudantil foi maior que em anos anteriores (pela bolsa recebida e a maturidade pessoal por serem estudantes a partir do segundo ano) como a quantidade de participantes aumentou.

Mesmo em época de pandemia, o projeto realizou doações à comunidade local, especialmente de equipamentos recuperados para acompanhar atividades remotas no período de isolamento e distanciamento social. A Figura 1 ilustra diversas doações realizadas ao longo dos anos de projeto.



Figura 1: Doações realizadas pelo projeto ReuseTech ao longo dos anos

Tabela 2: Principais resultados do projeto ReuseTech de 2016 a 2022

Resultados	Classificação Típica	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Resumos	Pesquisa	0	0	0	0	1	2	6
Resumos Expandidos	Pesquisa	0	0	2	1	1	0	0
Marca Registrada	Pesquisa	0	0	0	0	0	0	1
Registro de Software	Pesquisa	0	0	0	0	0	0	1*
Público Alcançado	Extensão	$\frac{50}{345}$	$\frac{600}{645}$	$\frac{600}{655}$	$\frac{1200}{701}$	$\frac{200}{783}$	$\frac{600}{681}$	$\frac{1000}{647}$
Doações Realizadas	Extensão	0	1	1	3	0	4	7
Apresentações	Pesquisa/ Extensão	0	2	5	6	1	1	9
Premiações	Pesquisa/ Extensão	0	0	1	0	1	0	4
Estudantes Bolsistas	Pesquisa/ Extensão	0	0	0	1	2	2	4
Estudantes Participantes	Pesquisa/ Extensão	2	5	5	2	10	4	13

*o pedido de registro de software está em andamento e em sigilo junto ao INPI

Em 2017, doou-se um console de videogame ao Museu da Informática e do Videogame em São João Batista, Santa Catarina, como peça de reposição de seu acervo. Em 2018, foi doado um computador de mesa sem monitor a uma escola municipal de educação infantil de Brusque, Santa Catarina, a pedido, para aumentar a disponibilidade de recursos computadores para docentes realizarem a manutenção do ensino através de suas horas-atividade. Em 2019, três conjuntos de computadores completos foram doados a escolas públicas da cidade de Brusque, Santa Catarina, como parte das ações do evento Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI) também para auxílio a docentes em suas horas-atividade.

Em 2021, foram doados: (i) um console de videogame com cartuchos de jogos ao Museu da Informática e do Videogame em São João Batista, Santa Catarina, mais uma vez como peça de reposição de seu acervo; (ii) um computador completo ao projeto de extensão Habita IFC do IFC *campus* Brusque para auxiliar no desenvolvimento de materiais do projeto; e (iii) dois computadores, sendo um computador de mesa sem monitor e um laptop, a dois estudantes de graduação diferentes em situação de vulnerabilidade social do Cursos Superior de Tecnologia em Redes de Computadores do *campus* para acompanharem as aulas e atividades remotas impostas pela pandemia de COVID-19. Em 2022, doou-se, a pedido, sete componentes de hardware diferentes a uma escola de informática de Brusque, Santa Catarina, para serem usados como recursos didáticos ilustrativos em aulas.

5.3 Atividades Compartilhadas por Pesquisa e Extensão

Em relação às atividades compartilhadas entre pesquisa e extensão, as apresentações e premiações estão associadas à participação em eventos científicos e de divulgação. Nota-se o reconhecimento da importância da temática abordada pois o projeto foi convidado a apresentar atividades nas comemorações do Dia do Meio Ambiente no *campus* em diferentes anos e em visitas guiadas de escolas regionais ao *campus*; além de premiações de destaque em eventos em categorias de desenvolvimento sustentável. A Figura 2 representa alguns desses resultados.

Nas fotos da primeira linha do mosaico estão apresentações do projeto ReuseTech feitas para as comemorações do Dia do Meio Ambiente no *campus*. Na segunda linha do mosaico estão fotos de visitas técnicas guiadas recebidas no *campus* e conduzidas pelo projeto junto a pais de estudantes e a alunos de escolas municipais. Na terceira linha mostra-se fotos de apresentações feitas em eventos acadêmicos e científicos que aconteceram na cidade do projeto e em outras cidades.

Da participação discente no projeto, com exceção de 2019 (por conflitos internos de membros da equipe) e 2021 (pandemia de COVID-19), verifica-se um aumento no número de estudantes participantes ao longo dos anos, sejam bolsistas ou voluntários. Isso demonstra que a temática do projeto é de interesse da comunidade acadêmica. Como são os principais responsáveis pelo projeto, isso faz com que se cumpra com o papel de desenvolvimento pessoal e profissional desses estudantes, tornando-se protagonistas ativos das ações do projeto já comentadas.

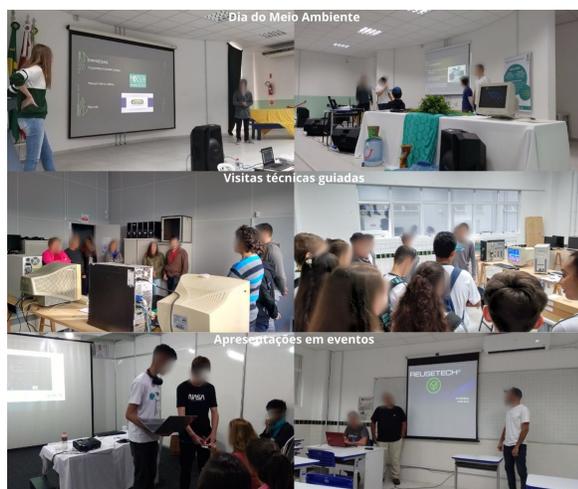


Figura 2: Representação de resultados do projeto ReuseTech na categoria compartilhada de pesquisa e extensão

5.4 Outras Atividades Desenvolvidas

Uma das atividades de conscientização realizadas pelo projeto ReuseTech foram oficinas de montagem e manutenção de computadores, e de instalação e administração básica de sistemas operacionais. Além de extensão, essa atividade também pode ser classificada como de ensino pois envolve a sua preparação considerando os recursos didáticos mais adequados ao tempo e ao público. Adicionalmente, é uma boa prática considerar a forma de avaliação e *feedback* da atividade. A Figura 3 ilustra as atividades desenvolvidas.



Figura 3: Fotos de oficinas realizadas pelo projeto ReuseTech

Foram realizadas oficinas com duração de uma a duas horas em turnos diferentes (manhã, tarde, noite) aberto ao público em geral e conduzidas pelos estudantes participantes do projeto sob orientação dos professores coordenadores. Em cada dia de oficina, considerou-se uma temática diferente, sendo: montagem e manutenção; sistemas operacionais; e administração básica de sistemas

operacionais. A cada oficina, os estudantes do projeto fizeram rápida explicação da temática seguida de atividade prática onde fossem os tutores disponíveis para consultas da tarefa a ser realizada.

O público participante foi composto por estudantes dos cursos Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio (ambos, idades de 15 a 18 anos), Curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores (acima de 18) do *campus* e pessoas adultas da sociedade civil.

Os recursos didáticos usados foram projetor multimídia para apresentação de *slides*; computadores, peças de hardware, jogo de ferramentas e pendrives com o sistema operacional a ser instalado; e Internet para a instalação de novos programas e atualização dos sistemas operacionais. Como avaliação e *feedback* da atividade, foram consideradas a percepção de cada papel de atuação (participante da oficina, tutor, coordenador do projeto) feita de forma oral ou por escrito, assim como o atendimento ao tempo da atividade.

5.5 Atividades Não Realizadas ou Incompletas

Por outro lado, algumas atividades não foram desenvolvidas, mensuradas ou necessitavam de melhorias, a saber: conscientização em mídias sociais, mensuração de equipamentos e parcerias. A conscientização em mídias sociais foi realizada de forma esporádica, em época de algumas atividades específicas, como participação em eventos. Um ponto de melhoria seria a criação de um plano de divulgação periódica.

Por não possuir balança, não se mensurou as quantidades de equipamentos recebidos, recuperados e doados após metareciclagem em unidades de massa (como gramas). Esse tipo de dado contribui para registro e comparativos, a exemplo dos relatórios da ONU. Possibilidades de melhorias envolvem a aquisição de equipamento, empréstimo, parceria com ecopontos ou desenvolvimento com equipamentos do tipo *maker*. A Figura 4 ilustra a quantidade de equipamentos recolhidos ou doados ao projeto que não puderam ser reaproveitados e que foram descartados corretamente em ecopontos da cidade.



Figura 4: Equipamentos de informática doados ao projeto ReuseTech e descartados em ecopontos

Sobre os contatos recebidos e realizados, também poderiam haver melhorias. Dos contatos recebidos, à medida que a popularidade do projeto aumenta, é importante gerenciar de forma rápida a cadeia de recebimento, triagem e descarte correto a fim de evitar acúmulo

físico de e-lixo em espaços do *campus*. Contactar as parcerias com ecopontos para aumentar a periodicidade de recolhimento é uma forma de abordar a problemática.

Dos contatos realizados, especialmente para a doação de equipamentos recuperados, não foi realizada uma lista de instituições que pudessem recebê-los; sendo as doações realizadas por demanda induzida. Melhorias desse processo podem envolver a definição de critérios para as doações a serem realizadas e parceria com a prefeitura municipal para elencar instituições necessitadas desses recursos.

6 CONCLUSÃO

A preservação ambiental é uma das preocupações da Informática e Tecnologia da Informação (TI) e de sua cadeia produtiva. Ações como descarte de equipamentos em ecopontos e reaproveitamento de equipamentos são algumas das soluções que compõem o Plano de Logística Sustentável de organizações para uma TI Verde. No IFC *campus* Brusque, para se trabalhar essa temática transversal, foi proposto o projeto ReuseTech.

As principais ações do projeto foram em atividades de recepção de equipamentos, triagem, reuso e descarte correto em ecopontos. Também se trabalhou com conscientização via mídias sociais, participação em eventos científicos, a oferta de visitas guiadas no *campus* e oficinas de montagem e manutenção de computadores à sociedade.

Os principais resultados obtidos com o projeto foram: no âmbito da pesquisa, resumos simples e expandidos, apresentações e premiações oriundos da participação em eventos científicos; no âmbito da extensão, alcançar o público-alvo do projeto e realizar doações de equipamentos recuperados; em ambos contextos, ter a participação discente como bolsistas e voluntários.

Outros efeitos foram: como pesquisa, o desenvolvimento de um software para gerenciamento de estoque de equipamentos do projeto e o registro da propriedade intelectual (marca e software); como extensão, a possibilidade de realizar oficinas de montagem e manutenção também para estudantes do *campus* como uma forma de minimizar os efeitos da falta de práticas profissionais ocorrido durante a pandemia de COVID-19.

Este trabalho discutiu formas de se integrar a pesquisa e a extensão ao ensino no Ensino Médio ou na Educação Superior através do projeto ReuseTech via curricularização. Como ensino: oportunizou alunos a estudarem, aplicarem e aprofundarem conteúdos vistos aula. Como pesquisa: possibilitou encontrar soluções viáveis para componentes eletrônicos e locais de descartes corretos, produzir relatórios e resumos, participar de eventos científicos. Como extensão: permitiu divulgar os resultados e objetivos do projeto, doar computadores recuperados à sociedade.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e Programa de Excelência Acadêmica (PROEX). Agradece-se ao DInF da UFPR pela vivência em seu ambiente acadêmico e bolsa de doutorado. Agradece-se também ao IFC e ao IFC *campus* Brusque por oportunizar o desenvolvimento

do projeto, as bolsas a estudantes e o afastamento do servidor para capacitação.

REFERÊNCIAS

- [1] Lúcia Helena Xavier, Leda Christiane de Figueirêdo Lopes Lucena, Magdalena Duarte Costa, Victor de Almeida Xavier, and Raquel Cardoso. Gestão de resíduos eletroeletrônicos: Mapeamento da logística reversa de computadores e componentes no Brasil. In *III Simposio Iberoamericano de Ingeniería*, pages 1–12, João Pessoa – PB, 2010. ResearchGate. ISBN ISBN 978-85-7745-589-8.
- [2] Vanessa Forti, Cornelis Peter Baldé, Ruediger Kuehr, and Garam Bel. The Global E-Waste Monitor 2020, 2020. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam. Disponível em: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf. Acesso em: 23 de nov. de 2023.
- [3] Juliana Martins de Bessa Ferreira and Antônio Claudio Ferreira. A sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*, 3(3):157–170, 2008. ISSN 2178-6895. doi: 10.17921/1890-1793.2008v3n3p157-170. Number: 3. Disponível em: <https://exatastecnologias.pgsscogna.com.br/rcext/article/view/2374>. Acesso em: 23 de nov. de 2023.
- [4] Daniel Gois, Gabriel Bruno, and Marcela Alonso. Descarte incorreto de lixo eletrônico traz risco de câncer e problemas ambientais, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/educacao/noticia/2019/06/15/descarte-incorreto-de-lixo-eletronico-traz-risco-de-cancer-e-problemas-ambientais.gh.html>. Acesso em: 20 de nov. de 2023.
- [5] Andrei Leite de FREITAS, José HONÓRIO JUNIOR, Lucas Rudolf Battisti AR-CHER, Vinicius, and Josiney de Souza TEIXEIRA. Reusetech: Conscientização ambiental sobre reutilização de equipamentos de informática. In *ANAIS DA SEMANA DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E CIENTÍFICA E CULTURAL E HUMANÍSTICA E...*, pages 45–49, 2018. URL <https://editora.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/39/2023/03/Anais-da-FACCHU-versao-final.pdf>.
- [6] Andrei Leite de FREITAS, José HONÓRIO JÚNIOR, Vinicius TEIXEIRA, and Josiney de Souza. Reusetech: Conscientização ambiental sobre reutilização de equipamentos de informática. In *Anais da XI Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI)*, volume 1, pages 1–5, 2018. URL <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/micti/article/view/1007>.
- [7] Ana Luiza MICHEL, Vinicius TEIXEIRA, and Josiney de Souza. Reusetech: Reutilização tecnológica. In *ANAIS DA SEMANA DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E CIENTÍFICA E CULTURAL E HUMANÍSTICA E...* (FACCHU - IFC Campus Brusque), volume 1, pages 1–4, 2019. URL <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/facchu/article/view/1294>.
- [8] Anthony Vinicius dos Santos MULLER, Eduardo da Rocha WEBER, Gabriel Eduardo DE SOUZA, Gabriel Ricardo Ramos DE MORAES, Luiz Cirilo TOMASI NETO, Angela RIBEIRO, and Josiney de Souza. Reusetech: Conscientização ambiental sobre reutilização de equipamentos de informática. In *ANAIS DA SEMANA DE FORMAÇÃO ACADÊMICA E CIENTÍFICA E CULTURAL E HUMANÍSTICA E...* (FACCHU - IFC Campus Brusque), volume 2, pages 1–8, 2020. URL <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/facchu/article/view/2210>.
- [9] Josiney de Souza. Reusetech – conscientização ambiental sobre reutilização de equipamentos de informática. In *I Catálogo de Extensão 2020*, page 109, 2020. URL <https://extensao.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/52/2022/10/Cata%CC%81logo-de-extensao%CC%83o-2020.pdf>.
- [10] Josiney de Souza. Reusetech 2021: Conscientização ambiental sobre reutilização de equipamentos de informática. In *II Catálogo de Extensão 2021*, page 52, 2021. URL https://extensao.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/52/2022/10/Cata%CC%81logo-de-extensao%CC%83o-2021.V.final_.pdf.
- [11] Josiney de Souza, Abraão Teixeira da Silva, Taynan Vila Nova, José Enrico Boni Belli, Jéssica Vitória De Souza Ribeiro, Jeferson Dell Agnolo, Lohan Amâncio Ribas, Raí Luz Oliveira, Nicolas Gabriel Rosa, Letícia Cristina Nakasawa Kobus, Miguel Amaro Da Silva, Eduardo Kohler, Camila Vitoria Taboni, and Davi Lima. Reusetech 2022: Conscientização ambiental sobre reutilização de equipamentos de informática. In *Anais da XI Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI)*, volume 15, pages 1–3, Blumenau/SC, 2022. Instituto Federal Catarinense. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/micti/article/view/3706>. Acesso em: 23 de nov. de 2023.
- [12] Josiney de Souza, Taynan Vila Nova, Abraão Teixeira Da Silva, José Enrico Boni Belli, Jéssica Vitória De Souza Ribeiro, Jeferson Dell Agnolo, Lohan Amâncio Ribas, Raí Luz Oliveira, Nicolas Gabriel Rosa, Letícia Cristina Nakasawa Kobus, Miguel Amaro Da Silva, Eduardo Kohler, Camila Vitoria Taboni, and Davi Lima. Reusetech 2022: Oficinas de montagem e manutenção de equipamentos de informática. In *Anais da XI Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI)*, volume 1, pages 1–3, 2022. URL <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/micti/article/view/3706>.
- [13] Josiney de Souza. Reusetech 2022: Conscientização ambiental sobre reutilização de equipamentos de informática. In *III Catálogo de Extensão 2022*, page 30,

2022. URL <https://extensao.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/52/2022/10/III-Cata%CC%81logo-de-Extensa%CC%83o-2022-1.pdf>.
- [14] C.P. Baldé, F. Wang, R. Kuehr, and J. Huisman. The global e-waste monitor - 2014, 2015. United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany. Disponível em: <https://i.unu.edu/media/ias.unu.edu-en/news/7916/Global-E-waste-Monitor-2014-small.pdf>. Acesso em: 1 de dez. de 2023.
- [15] ONU. 97% do lixo eletrônico da América Latina não é descartado de forma sustentável | ONU News, January 2022. ONU News. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/01/1777952>. Acesso em: 24 de nov. de 2023.
- [16] Brasil. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 5 de dez. de 2023.
- [17] Paula Cristina Pedroso Moi, Ana Paula Silva de Souza, Milena Magalhães Oliveira, Amanda Cristina Jorge Faitta, Weverson Batista de Rezende, Gisele Pedroso Moi, and Fernando Augusto De Lamônica Freire. LIXO ELETRÔNICO: CONSEQUÊNCIAS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES. *CONNECTION LINE - REVISTA ELETRÔNICA DO UNIVAG*, 7:37–45, 2012. ISSN 1980-7341. doi: 10.18312/connectionline.v0i7.105. Number: 7. Disponível em: <https://periodicos.univag.com.br/index.php/CONNECTIONLINE/article/view/105>. Acesso em: 1 de dez. de 2023.
- [18] Ana Claudia Borlina Tanaue, Deivid Mendes Bezerra, Luana Cavalheiro, and Lilian Cristiane Pisano. Lixo Eletrônico: Agravos a Saúde e ao Meio Ambiente. *Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, 19(3):130–134, October 2015. ISSN 2178-695X. doi: 10.17921/1415-6938.2015v19n3p%. Number: 3. Disponível em: <https://ensaioeciencia.pgsscogna.com.br/ensaioeciencia/article/view/3193>. Acesso em: 1 de dez. de 2023.
- [19] Natalie Lavez, Vivian Mansano De Souza, and Paulo Roberto Leite. O PAPEL DA LOGÍSTICA REVERSA NO REAPROVEITAMENTO DO “LIXO ELETRÔNICO” – UM ESTUDO NO SETOR DE COMPUTADORES. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 5(1):15–32, July 2011. ISSN 1981-982X. doi: 10.24857/rgsa.v5i1.263. Number: 1. Disponível em: <https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/263>. Acesso em: 1 de dez. de 2023.
- [20] Adilson Carlos da Rocha, Gilberto Francisco Ceretta, and Andriele de Prá Carvalho. LIXO ELETRÔNICO: UM DESAFIO PARA A GESTÃO AMBIENTAL. *Revista TechnoEng - ISSN 2178-3586*, 2(0):1–10, March 2020. ISSN 2178-3586. Number: 0. Disponível em <https://phantomstudio.com.br/index.php/RTE/article/view/755>. Acesso em: 1 de dez. de 2023.
- [21] Tatiana Montes Celinski, Victor George Celinski, Henrique Ghizzi Rezende, Juliana Stavasz Ferreira, and Av Carlos Cavalcanti. PERSPECTIVAS PARA REUSO E RECICLAGEM DO LIXO ELETRÔNICO. *II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, 2:1–4, 2011. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/congresso2.htm>. Acesso em: 1 de dez. de 2023.
- [22] FolhaNews. Folha Online - Informática - Campanha arrecada 120 computadores para jovens carentes no 1º dia - 05/07/2000, 2000. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/folha/informatica/ult124u379.shtml>. Acesso em: 1 de dez. de 2023.
- [23] Hernani Dimantas. Zona de colaboração: um modelo descentralizado de apropriação e replicação das tecnologias da informação e comunicação no MetaReciclagem. *RuMoRes*, 3(5):1–9, August 2009. ISSN 1982-677X. doi: 10.11606/issn.1982-677X.rum.2009.51152. Number: 5. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/Rumores/article/view/51152>. Acesso em: 23 de nov. de 2023.
- [24] Carlos S S Guimaraes and Henrique P Maurer. EduBOT: Protótipo de uma plataforma robótica para educação através da Metareciclagem. *II Simpósio de Tecnologia da Informação da Região Noroeste do Rio Grande do Sul e XX Seminário Regional de Informática*, 20:1–6, 2011.
- [25] Cristina Paludo Santos, Guilherme Schievelbein, Guilherme Pauli, Vinicius Ismael Zuse, and Siqueira Brum. Contribuições do Processo de Metareciclagem na Mediação das Relações entre Educação e Tecnologias. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 3:673–676, 2013.
- [26] Prefeitura de Curitiba. Tem lixo eletrônico em casa? Sábado é dia de mutirão de coleta em sete bairros de Curitiba, November 2023. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/tem-lixo-eletronico-em-casa-sabado-e-dia-de-mutirao-de-coleta-em-sete-bairros-de-curitiba/69220>. Acesso em: 27 de nov. de 2023.
- [27] Eliz Haacke. Entenda como funciona o descarte de lixo eletrônico coletado no Dia D Eco ponto em Brusque, April 2023. Disponível em: <https://omunicipio.com.br/entenda-como-funciona-o-descarte-de-lixo-eletronico-coletado-no-dia-d-ecoponto-em-brusque/>. Acesso em: 27 de nov. de 2023.