

## PROJETO DE CONSTRUÇÃO DE CADEIRA DE RODAS A PARTIR DE MATERIAIS DESCARTADOS NA UFRN

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4132

Ana Biatriz Guedes do Nascimento - ana.nascimento.131@ufrn.edu.br  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Maria Aparecida Pereira Damasceno - maria\_pdamasceno@hotmail.com  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Gabriel dos Santos Vasconcelos - gsvhst97@gmail.com  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Natane Martiniano dos Santos - natane.martiniano.018@ufrn.edu.br  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Gleidson Linhares Souza - gleydsonsouza\_999@hotmail.com  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Bismarck Luiz Silva - bismarck\_luiz@yahoo.com.br  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**Resumo:** A presente proposta surgiu da demanda de reaproveitamento de materiais descartados na Diretoria de Material e Patrimônio (DMP) da UFRN, e da metodologia baseada em projetos implementada na disciplina Mecanismos de Fratura e Análise de Falhas do curso de engenharia de materiais. A temática de acessibilidade foi escolhida pelos discentes, considerando as dificuldades para obtenção de cadeiras de rodas na universidade e a motivação de criar soluções inclusivas para pessoas com deficiência física. Neste sentido, o objetivo do projeto foi a construção de cadeira de rodas a partir de materiais sem utilização como cadeiras de rodas hospitalares, assentos plásticos e perfis metálicos de carteiras escolares. Os estudantes receberam orientações no contexto de aprendizagem baseada em projetos (ABPj) e realizaram as etapas experimentais: i. conhecer o problema; ii. fazer um brainstorming; iii. distribuir as tarefas e responsabilidades entre os componentes; iv. estabelecer metas e cronograma; v. estudar conceitos e fenômenos associados à degradação de materiais, desenho técnico, custos, resíduos sólidos, seleção e especificação de materiais; vi. apresentar o relatório

parcial do projeto; vii. desmontar e avaliar as peças de um exemplar de cadeira de rodas; viii. reaproveitar componentes pelos processos de lixamento e pintura; ix. seleção e fixação no novo tipo de assento; x. teste de validação da nova estrutura. A nova proposta de cadeira de rodas foi entregue e apresentada no tempo programado. O custo final para a construção foi cerca de 10% do valor de uma cadeira de rodas no mercado em 2022. Os discentes desenvolveram competências e habilidades resolução de problemas, trabalho em equipe, liderança, empatia, comunicação, criatividade, seleção de materiais, gerenciamento de projetos, custos e resíduos sólidos.

**Palavras-chave:** Engenharia de Materiais; Acessibilidade; Aprendizagem baseada em projetos; Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

## PROJETO DE CONSTRUÇÃO DE CADEIRA DE RODAS A PARTIR DE MATERIAIS DESCARTADOS NA UFRN

### 1 INTRODUÇÃO

A acessibilidade é uma necessidade básica para os indivíduos de uma sociedade. O direito de ir e vir e a independência pessoal são requisitos simples na vida de qualquer pessoa. Porém, nem sempre estas condições tão básicas são oferecidas à sociedade, afetando os indivíduos e suas vidas. Quando se trata de pessoas com deficiência, essa situação torna-se mais grave (SILVA; LIMA, 2019; BARBOSA; PEREIRA; FERNANDES 2022).

Considerando o contexto universitário e de leis federais quanto à inclusão e acessibilidade, pode-se citar a Lei nº 12.711 de 29 de agosto de 2012 (Brasil, 2012), que dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências, que reporta sobre considerar vagas de pessoas com deficiências, e que após dez (10) anos este programa especial para acessos às instituições deveria passar por uma revisão. E a Lei nº 13.409 (Brasil, 2016), altera a Lei nº 12.711 (Brasil, 2012), realizando modificações pontuais nos artigos 3º, 5º e 7º desta última resolução.

Focando nas diretrizes estabelecidas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), pode-se levar em conta a Resolução CONSEPE nº 193/2010 de 21 de setembro de 2010 (UFRN, 2010), que dispõe sobre o atendimento educacional a estudantes com necessidades educacionais específicas na UFRN. Mais recentemente, podem ser citadas as Resoluções CONSUNI nº 026/2019 (UFRN, 2019) que institui a política de inclusão e acessibilidade para pessoas com necessidades específicas nos cursos de graduação da UFRN e a nº 027/2019 (UFRN, 2019), que regulamenta a rede de apoio à política de inclusão e acessibilidade e à comissão permanente de inclusão e acessibilidade (CPIA) da UFRN. Por fim, a Resolução conjunta nº 002/2022-CONSEPE/CONSAD (UFRN, 2022), que atualiza a Política de Inclusão e Acessibilidade para as Pessoas com Necessidades Específicas na UFRN. As CPIAs serão o elo de ligação entre os departamentos, cursos de graduação e Secretaria de Inclusão e Acessibilidade – SIA, vinculada à Reitoria da UFRN e criada em 19 de junho de 2019, conforme a Resolução nº 061/2019 - CONSUNI (UFRN, 2019).

Apesar do forte apoio institucional supracitado, os cursos de engenharia e arquitetura e urbanismo do Centro de Tecnologia (CT) da UFRN ainda desenvolvem poucos trabalhos de conclusão de curso (TCC) voltados para a temática de acessibilidade. Segundo os dados disponíveis na Biblioteca Digital de Monografia (BDM) da UFRN nos últimos 3 anos e considerando os termos de busca “acessibilidade”, “tecnologia assistiva”, “inclusão”, “órtese”, “prótese”, “muleta” e cadeira de rodas”, apenas 10 TCCs foram publicados, o que equivale a cerca de 2% do total neste período. No mesmo âmbito, segundo a Pró-reitoria de Pesquisa (PROPEAQ), o número de grupos de pesquisa ativos é 04.

Visualizando este cenário e conhecendo a infraestrutura e os respectivos materiais descartados na Diretoria de Material e Patrimônio (DMP) da UFRN, adotou-se a metodologia de aprendizagem baseada em projetos (ABPj), que permitiu aos discentes da disciplina de “Mecanismos de Fratura e Análise de Falhas” junto ao professor colocarem em prática os conceitos aprendidos em sala de aula, correlacionando com os desafios reais relacionados à mobilidade e acessibilidade através da construção de uma cadeira de rodas com materiais descartados.

A ABPj é uma metodologia de ensino inovadora, no qual os alunos são motivados

por problemas do mundo real no contexto social e acadêmico. A ABPj pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em um problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo, onde o aluno é o protagonista de seu aprendizado. Além disso, os projetos de aprendizagem também levam os alunos a momento de reflexão, feedback, autoavaliação e avaliação de pares (GIANESI; MASSI; MALLETT, 2020; BENDER, 2014; BACICH; MORAN, 2017).

Mediante o apoio da Secretaria de Inclusão e Acessibilidade (SIA), CPIA-CT e da DMP, o professor fez a solicitação de materiais sem uso como cadeiras de rodas hospitalares, perfis metálicos com diferentes tamanhos e formas, e assentos escolares de dois tipos, um integralmente de polímero termofixo em uma única peça, e outra com espuma e revestimento de tecido. A ideia era fornecer materiais descartados (sem uso) para os discentes desenvolverem uma nova proposta de cadeira de rodas.

No início do semestre letivo em 2022, o problema (construção de uma cadeira de rodas a partir de materiais sem uso) foi apresentado juntamente com outras temáticas. Os discentes escolheram a problemática de acessibilidade e seguiram os passos: i. Examinar o problema real; ii. fazer um *brainstorming* (tempestade de ideias); iii. distribuir as tarefas entre os componentes do grupo; iv. estabelecer metas e desenvolver linhas do tempo; v. atribuir artefatos e produtos necessários para início dos trabalhos; vi. realizar pesquisa em fontes confiáveis sobre a temática; vii. levantamento de apoio técnico em conceitos e ideias específicas do projeto; viii. começar a registrar e organizar dados obtidos durante o desenvolvimento do projeto; ix. desenvolver apresentações e protótipos iniciais; x. avaliações em grupo dos protótipos; xi. revisão dos protótipos e do roteiro com novas informações; xii. Finalização da apresentação; e xiii. Entrega do protótipo final e avaliação de todos os envolvidos.

A proposta da nova cadeira de rodas foi apresentada à comunidade acadêmica da UFRN ainda em 2022 através de uma reportagem na página oficial da universidade. Além disso, a iniciativa foi difundida na Comissão Permanente de Inclusão e Acessibilidade (CPIA) do Centro de Tecnologia. Projetos acerca de reprodução do modelo na UFRN para atender demandas internas ou a melhoria deste, ainda estão em discussão.

Assim, o objetivo da presente proposta foi a construção de um modelo de cadeira de rodas a partir de materiais descartados como cadeiras de rodas hospitalares, assentos plásticos e perfis metálicos de carteiras escolares, a fim de desenvolver competências técnicas (hard skills) e comportamentais (soft skills) nos estudantes participantes.

## 2 METODOLOGIA

Os alunos envolvidos se reuniam semanalmente para desenvolver o projeto, seja presencialmente para realizar os reparos e testes, seja virtualmente para discutir o cronograma de atividades e melhoria de projeto. Todos os materiais disponíveis utilizados no desenvolvimento do projeto foram retirados da Diretoria de Material e Patrimônio (DMP-UFRN), dentre os quais estão cadeiras de rodas hospitalares, assentos de plástico e de espuma com revestimento de tecido, além de perfis metálicos oriundos de peças de ar condicionado e carteiras escolares. As ferramentas para desmontagem e outras peças de reposição como parafusos, pinceis, porcas e brocas foram disponibilizadas pelo Laboratório de Ensaios Mecânicos de Materiais (LEMat) do Departamento de Engenharia de Materiais da UFRN. As figuras 1 e 2 apresentam a situação da cadeira antes da reforma. As Figuras 1 e 2 apresentam a situação da cadeira de rodas antes da reforma.

Figura 1 - Laterais da cadeira antes da reforma.



(a)

(b)

Fonte: Autoria própria.

Figura 2 - Cadeira de rodas antes da reforma: (a) vista inferior e (b) vista inferior frontal.



(a)

(b)

Fonte: Autoria própria.

Após a desmontagem da cadeira de rodas, foi observada a degradação dos vários componentes metálicos pelo fenômeno de corrosão (GENTIL, 2022, p. 408). Então, analisou-se sobre o que poderia ser reaproveitado ou não para dar uma nova utilização. Dessa forma, as peças que não estavam muito afetadas pela corrosão, foram todas lixadas e pintadas com tinta spray preta.

No contexto de seleção e especificação do assento para a nova cadeira de rodas, foram consideradas características como a comodidade, ergonomia e situações do dia a dia, como utilizar a cadeira para um banho. Assim, decidiu-se reutilizar o assento plástico feito em uma única peça. Tal assento ajudaria na questão de limpeza, podendo ser molhada não sofrendo ação da corrosão à úmido, como um metal sofreria, por exemplo. As dimensões do assento, ou concha monobloco, é de um polímero termofixo, produzido pelo processo de Bulk Moulding Compound (BMC). Suas dimensões são: 470 de 470 mm (altura total da concha) x 480 mm (largura total da concha) x 555 mm (profundidade total da concha) x 455 mm (profundidade do assento). As variações dimensionais são de +/- 3%. Na parte superior frontal do assento, está situada a gravura em baixo relevo na dimensão de 150 mm x 60 mm (Altura x Largura) do logotipo da UFRN. A sustentação do assento se deu através de quatro parafusos de aço de dimensões 5,0 x 40 mm cada, que foram adquiridos para realização do projeto. Dessa forma, os itens como, parafusos, porcas e chapas que já estavam presentes na composição da cadeira foram todos reaproveitados. Entretanto, foi necessário a compra de dois tubos de ferro medindo 53 cm de comprimento cada. Esses tubos foram soldados na base da cadeira. A união dos tubos foi realizada por

meio do processo de soldagem a arco elétrico com eletrodo revestido (KIMINAMI; OLIVEIRA; CASTRO, 2013).

A fim de quantificar o custo final da nova cadeira de rodas a partir de materiais descartados e comparar com os preços ofertados no mercado, os discentes realizaram pesquisas em sites de vendas e compras de utensílios no geral.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para a reutilização de peças sucateadas para a proposta de uma nova cadeira de rodas foram muito satisfatórios. Ficou nítido durante do projeto, que os estudantes desenvolveram competências e habilidades como gestão de projetos e pessoas, liderança, trabalho em equipe, criatividade, seleção e especificação de materiais, empatia e comunicação (escrita e oral).

No âmbito da proposta de reutilização de materiais descartados, a Figura 3 mostra a cadeira de rodas após os processos de lixamento e pintura das partes metálicas (na cor preta), e da fixação do assento de plástico, além da substituição de alguns componentes de fixação como parafusos, porcas e presilhas metálicas. A pintura foi realizada via Spray. Esse processo, também, se repetiu para toda a sua estrutura metálica na parte inferior da cadeira.

Figura 3 – Nova cadeira de rodas após o lixamento, pintura e fixação do assento plástico.



Fonte: Autoria própria.

A Figura 4 apresenta a cadeira como descartada no DMP/UFRN e a nova proposta de cadeira de rodas. Nota-se que o assento em tecido (Figura 4a) estava totalmente degradado por ação tempo e uso, sendo substituído pelo assento de plástico. Além disso, observou-se a recuperação das partes metálicas em toda a estrutura da cadeira de rodas. Os suportes de borracha para apoio dos braços foram retirados e substituídos por suportes reutilizados de uma outra cadeira de rodas em melhor condição. Os suportes para os pés foram substituídos por completo, os antigos apresentavam sinais severos de corrosão. Semelhantemente, os limitadores laterais da cadeira, que são constituídos de aço revestidos por uma tinta preta, tiveram que ser substituídos por novos, foi possível ver uma

redução de parede das peças causada pela degradação por corrosão. Os pneus foram lixados para retirada de material degradado na superfície e reaproveitados. Os aros foram desempenados e lixados. As pequenas rodas próximas aos suportes de pés foram lixadas e mantidas.

Uma desvantagem da nova cadeira de rodas é a impossibilidade de compactação e dobramento, visto que o assento polimérico não permite tal ação, dificultando em alguns casos, o transporte e armazenamento pelo usuário.

Figura 4 - Antes (esquerda) e depois (direita) da cadeira de rodas (autor).



(a)

(b)

Fonte: Autoria própria.

Os custos pertinentes à nova cadeira de rodas estão detalhados na Tabela 1. O custo total, em valores no primeiro semestre de 2022, foi de R\$ 129,00 reais. A fim de comparar este custo final com os valores de mercado para uma cadeira de rodas nova com as mesmas especificações, materiais e capacidades, foi realizada uma pesquisa de mercado. Em 2022, foram registrados preços na faixa de R\$2.800,00 - 3.869,10. A Tabela 2 mostra cadeiras de rodas similares com a cadeira investigada e seus respectivos preços médios.

Tabela 1 - Custos associados à nova cadeira de rodas.

Material/Serviço	Quantidade	Custo (R\$)
Tinta	1	60,0
Lixas granulometria 400 e 600	2	10,0
Borracha para punho da cadeira	1	5,0
Parafusos para fixação do assento plástico	4	4,0
Tubos de aço	2	50,0
Total		129,0

Fonte: Autoria própria.

Assim, notou-se que o custo final da proposta da nova cadeira de rodas a partir de materiais descartados é cerca de 4% do valor médio no mercado, o que é uma vantagem para continuar a produção de mais exemplares e aprimorar suas capacidades para atender alunos, professores e servidores com outras deficiências físicas.

Tabela 2 – Pesquisa de mercado para preços de cadeiras de rodas similares à investigada no presente estudo.

Empresas/Sites	Valor Médio em reais (R\$)
Carta Ortopédica	3.315,50
Mercado Livre	3.280,60
Viabem	3.189,90
Polifisio	3.869,10
Loja Ortopédica	2.800,00
Média	3.280,60

Fonte: Autoria própria.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os discentes envolvidos desenvolveram competências e habilidades técnicas e comportamentais na formação em engenharia de materiais;

Temáticas como gestão de resíduos sólidos, custos, gestão de pessoas e de projetos, acessibilidade e pensamento crítico foram abordadas durante o projeto;

O processo de ensino-aprendizagem ocorreu pela metodologia baseada em projetos (ABPj), o que torna os estudantes mais ativos no seu aprendizado;

O projeto impactou a comunidade acadêmica da UFRN, principalmente no contexto da secretaria de inclusão e acessibilidade (SIA);

A iniciativa despertou novas possibilidades de cooperação entre o curso de engenharia de materiais e a SAI/UFRN.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte técnico e operacional da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), da Secretária de Inclusão e Acessibilidade (SIA) e do Departamento de Material e Patrimônio (DMP) nas pessoas de Francisco Ricardo Lins Vieira de Melo e Adriane Tramontin, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- BACICH, Lillian; MORAN, José (Orgs.). **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**. Editora Penso, 1. ed, 260 p, 2017.
- BARBOSA, Jéssica Felício; PEREIRA, Jorge Fernando De Oliveira; FERNANDES, Jáder Cristian. **Projeto e construção de protótipo de cadeira de rodas com assento elevatório**. In: Simpósio de pesquisa e práticas pedagógicas do UGB, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: UGB, p. 1-5, 2022.
- BENDER, William N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI**. 2014.
- GENTIL, Vicente. **Corrosão**. LTC, 7. Ed, 408 p. 2022.
- GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; MASSI, Juliana Machado; MALLETT, Débora. **Formação de Professores: No Desenho de Disciplinas e Cursos**. Editora Atlas, 1. ed, 292 p, 2020.
- KIMINAMI, Claudio Shyinti; OLIVEIRA, Marcelo Falcão de; CASTRO, Walman Benício de. **Introdução aos Processos de Fabricação de Produtos Metálicos**. Blucher, 1. ed, 236 p, 2013.
- \_\_\_\_\_. LEI nº 12.711, de 29 de agosto de 2012. **Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências**. 2012.
- \_\_\_\_\_. LEI nº 13.409, de 28 de dezembro de 2016. **Altera a Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012, para dispor sobre a reserva de vagas para pessoas com deficiência nos cursos técnico de nível médio e superior das instituições federais de ensino**. 2016.
- \_\_\_\_\_. RESOLUÇÃO CONSEPE nº 193/2010, de 21 de setembro de 2010. **Dispõe sobre o atendimento educacional a estudantes com necessidades educacionais especiais na Universidade Federal do Rio Grande do Norte**. 2010.
- \_\_\_\_\_. RESOLUÇÃO nº 026/2019-CONSUNI, de 11 de dezembro de 2019. **Institui a Política de Inclusão e Acessibilidade para as Pessoas com Necessidades Específicas na Universidade Federal do Rio Grande do Norte**. 2019.
- \_\_\_\_\_. RESOLUÇÃO nº 027/2019-CONSUNI, de 11 de dezembro de 2019. **Regulamenta a Rede de Apoio à Política de Inclusão e Acessibilidade e à Comissão Permanente de Inclusão e Acessibilidade (CPIA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN**. 2019.
- \_\_\_\_\_. RESOLUÇÃO CONJUNTA nº 002/2022- CONSEPE/CONSAD, de 10 de maio de 2022. **Atualizar a Política de Inclusão e Acessibilidade para as Pessoas com Necessidades Específicas na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN**. 2022.
- \_\_\_\_\_. RESOLUÇÃO nº 061/2019 - CONSUNI, de 19 de junho de 2019. **Aprova a criação da Secretaria de Inclusão e Acessibilidade – SIA, vinculada à Reitoria da UFRN**. 2019.
- SILVA, Luís Henrique Pinheiro da; LIMA, Carlos Edmundo de Abreu e. **Projeto e protótipo de uma cadeira de rodas automatizada de baixo custo utilizando tubos de PVC**. *Ciatec*, v. 11, n. 2, p. 56-72, 2019.

## WHEELCHAIR CONSTRUCTION PROJECT FROM MATERIALS UNUSED AT UFRN

**Abstract:** *This proposal arose from the demand for the reuse of unused materials in the Directorate of Material and Heritage (DMH) at UFRN, and from the project-based methodology implemented in the Fracture Mechanisms and Failure Analysis discipline of the materials engineering course. The theme of accessibility was chosen by the students, considering the difficulties in obtaining wheelchairs at the university and the motivation to create inclusive solutions for people with physical disabilities. In this sense, the objective of the project was the construction of a wheelchair from unused materials such as hospital wheelchairs, plastic seats and metal profiles from school desks. Students received guidance in the context of project-based learning (PjBL) and performed the experimental steps: i. know the problem; ii. brainstorm; iii. distribute tasks and responsibilities among components; iv. set goals and schedule; v. study concepts and phenomena associated with the degradation of materials, technical design, costs, solid waste, selection and specification of materials; saw. present the partial project report; vii. disassemble and evaluate the parts of a model wheelchair; viii. reuse components through sanding and painting processes; ix. selection and fixation on the new type of seat; x. validation test of the new structure. The new wheelchair proposal was delivered and presented on schedule. The final construction cost was about 10% of the value of a wheelchair on the market in 2022. Students developed skills and abilities problem solving, teamwork, leadership, empathy, communication, creativity, material selection, management of projects, costs and solid waste.*

**Keywords:** *Materials Engineering; Accessibility; Project-Based Learning; Solid Waste Management.*