



UMA PROPOSTA PARA UTILIZAÇÃO DE ESCÓRIA DE ACIARIA LD EM ARTEFATOS DE CONCRETO - UMA EXPERIÊNCIA COM A ABORDAGEM DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4675

GABRIEL ALBERTO RODRIGUES - garodrigues.rc@gmail.com
UNIFOA

Bruno Lima dos Santos - brunolimavr@hotmail.com
UniFOA Centro Universitário de Volta Redonda

Joao Gabriel Dos Santos Dias Moura Matos - joaosgmm1@gmail.com
Unifoa

ANDRE LUCAS RODRIGUES - ygnil407@gmail.com
UniFOA Centro Universitário de Volta Redonda

Mykaella Ramos Daniel da Silva - Mykeaellaramos42@gmail.com
UniFOACentro Universitário de Volta redonda

Italo Pinto Rodrigues - italoprodrigues@gmail.com
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Ana Claudia de Almeida Cardinot - ana.almeida@foa.org.br
UniFOA

Samantha Grisol da Cruz Nobre - samanthagrisol@gmail.com
Centro Universitário de Volta Redonda

Joice Andrade de Araújo - joice.araujo@foa.org.br
Centro universitário de Volta Redonda

Erika Fraga Rodrigues - erika.rodrigues@foa.org.br
UniFOA

Resumo: Atualmente, o processo de ensino-aprendizagem vem passando por grandes transformações. O último grande salto foi acompanhado durante a

Pandemia do Covid-19, na qual as ferramentas de tecnologia da informação foram pervasivamente adotadas neste processo. À medida que esse fato se revela, a Internet pode ser aliada e inimiga. Aliada devido às possibilidades que pesquisa, aprofundamento, desenvolvimento de habilidades. E inimiga, uma vez que, esta notória ferramenta acaba, por vezes, concorrendo com o processo de ensino-aprendizagem. Essa questão movimenta professores a buscar novas maneiras de conduzir o processo de ensino-aprendizagem, permitindo que os estudantes sejam protagonistas do processo. Notadamente, as metodologias ativas permitem que os estudantes sejam o centro do processo. Sendo assim, este artigo apresenta a metodologia de aprendizagem baseada em projetos (PjBL) adotada pelo ciclo básico de Engenharia do Centro Universitário Volta Redonda (UniFOA) e ilustra esta aplicação com o resultado de um projeto. O projeto em questão trata-se da busca por soluções para eliminar o problema da estocagem de agregado siderúrgico. Como resultado percebe-se o engajamento dos estudantes frente à resolução de problemas do mundo real utilizando ferramentas de engenharia aprendidas durante as aulas.

Palavras-chave: ABP, Engenharia, Agregado Siderúrgico, Siderurgia

UMA PROPOSTA PARA UTILIZAÇÃO DE ESCÓRIA DE ACIARIA LD EM ARTEFATOS DE CONCRETO – UMA EXPERIÊNCIA COM A ABORDAGEM DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO

1 INTRODUÇÃO

Conforme Biggs *et al.* (2011) e Gomez-Del Rio e Rodriguez (2022), as técnicas de ensino universitário mudam à medida que os professores buscam atender mutuamente dois objetivos: aprendizagem de qualidade e ensino mais eficaz.

Historicamente, o ensino de engenharia privilegiava o modelo centrado no professor. Todavia, o modelo tradicional vem sendo atualizado por métodos que visam aprimorar a aquisição de conhecimento por meio da participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Neste modelo é possível alcançar maior motivação do estudante utilizando alguns métodos de aprendizagem, tais como: aprendizagem baseada em projetos (PjBL), aprendizagem baseada em problema (PBL), gamificação, sala de aula invertida, ensino baseado em casos, aprendizagem por descoberta, ensino sob demanda, entre outros. (BALLESTEROS *et al.*, 2021; CHI; WYLIE, 2014; GOMEZ-DEL RIO; RODRIGUEZ, 2022)

Nesse contexto, o Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) adotou, em 2022, uma abordagem diferenciada nos cursos presenciais de Engenharia (Elétrica, Mecânica, Civil, Ambiental e Produção). Trata-se da Engenharia 360º, que integra os estudantes aos problemas do mundo real através da metodologia PjBL. Os projetos ocorrem a cada módulo (semestre), onde o estudante é apresentado a um problema com origem no mundo real e, é de responsabilidade do estudante propor soluções para este problema através de um projeto.

Frente ao cenário apresentado, a origem deste artigo vincula-se ao primeiro semestre de 2023, no qual, o problema declarado foi de responsabilidade dos alunos a busca por uma solução factível. Assim sendo, a problemática que desencadeou o desenvolvimento dos projetos e que serviu como mola propulsora para metodologia de ensino- aprendizagem deste artigo, pode ser observada no Quadro 1.

Quadro 1 – Declaração do Problema.

Como reduzir ou eliminar o volume de
agregado siderúrgico estocado proveniente
do processo de aciaria de uma siderúrgica
localizada no interior do estado do Rio de
Janeiro?

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Para propor um projeto, os estudantes apresentaram suas necessidades, ao passo que, os professores trabalharam os conteúdos direcionando o conhecimento aprendido à aplicabilidade prática.

O objetivo principal deste artigo é apresentar a metodologia utilizada para orientar os estudantes na condução do projeto e ilustrá-la com os resultados de um dos projetos apresentados pelos estudantes.

2 METODOLOGIA PROPOSTA

2.1 Objeto de estudo

Desde a década de 70 pesquisas vêm sendo realizadas sobre a utilização da escória LD em diversos países como Inglaterra, Alemanha, Japão e Estados Unidos. Diversas normas já foram criadas, no que diz respeito a utilização de escória siderúrgica. Motz *et al.* (2001), afirma que alguns países como Japão, Canadá, Austrália demonstraram grande reaproveitamento da escória em obras de engenharia.

De acordo com o Instituto Aço Brasil (IAB, 2021), a produção de agregado siderúrgico proveniente de aciaria diminuiu 2% em 2020 quando comparado a 2018. Embora os números sejam animadores, pede-se cautela nesta interpretação, uma vez que em 2020, também houve uma queda na produção de aço. Entretanto, ressalta-se que 36% do agregado siderúrgico produzido pela indústria fica estocado. A Figura 1 apresenta a área ocupada pelo agregado siderúrgico (objeto deste estudo), que segundo a matéria publicada pelo G1 (2018) está localizada a menos de 100 m do Rio Paraíba do Sul e ocupa uma área de aproximadamente 270 mil m². A montanha tem aproximadamente 20 m de altura (G1, 2018).

Figura 1 – Imagem de Satélite - Vista superior da pilha de escória.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Com isso, viu-se a oportunidade de apresentar aos estudantes a problemática envolvendo o agregado siderúrgico, de modo que eles pudessem propor projetos que contribuam com a resolução deste problema.

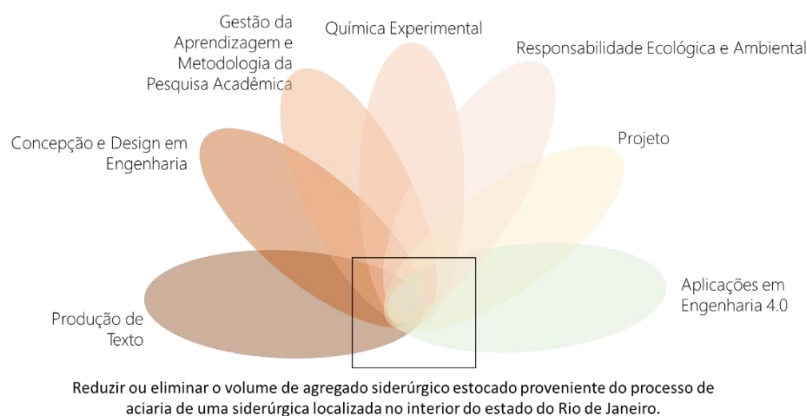
2.2 Metodologia de ensino e avaliação

Inicialmente a turma foi dividida em grupos de 4 a 6 estudantes, para que as atividades pudessem ser divididas entre os integrantes e, cada um pudesse ser o facilitador na atividade a qual ficou responsável.

O problema a ser resolvido, apresentado no Quadro 1, foi proposto no módulo "Desafios da 4ª Revolução Industrial". O módulo faz parte do ciclo básico das Engenharias do UniFOA. Neste módulo os estudantes têm os seguintes conhecimentos (disciplinas): Aplicações em Engenharia 4.0, Concepção e Design em Engenharia, Gestão de Aprendizagem e Metodologia da Pesquisa Acadêmica, Produção de Texto, Projeto, Química Experimental e Responsabilidade Ecológica e Ambiental. Dessa forma todos

esses conhecimentos devem ser estruturados para prover informações que permitam os estudantes proporem um projeto para resolver o problema, conforme Figura 2.

Figura 2 – A interseção dos conhecimentos deve possibilitar a resolução do problema.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Para execução do projeto os grupos utilizaram a ferramenta de gestão Jira, uma vez que a ferramenta apresenta uma interface amigável e suas configurações permitem com que todos os participantes do projeto, professores e alunos, visualizem em tempo real o que está sendo executado.

Com intuito de formalizar como os projetos seriam avaliados foram criados alguns critérios de avaliação com objetivo de orientar os estudantes na condução do projeto, conforme apresentado na Tabela 1

A coluna "Etapa" na Tabela 1 indica em que momento os itens serão avaliados, isto é, na metade do semestre (Qualificação do Projeto) e no final do semestre (Apresentação Final); os "Entregáveis" indicam o que os estudantes devem apresentar para atingir os objetivos de aprendizagem do projeto; e a coluna "Conhecimentos Envolvidos" apresenta os principais conhecimentos envolvidos em determinado critério de avaliação, isto é, o conhecimento que estiver listado tende a oferecer o maior suporte e conteúdo ao estudante para que o mesmo seja capaz de realizar o entregável.

Para que seja possível realizar a Caracterização e Justificativa do Problema é necessário estruturar o problema corretamente. Desse modo, esta etapa demanda uma revisão bibliográfica de modo que os estudantes busquem na literatura referências que relatem problemas semelhantes. Com isso, os grupos têm a possibilidade de elaborar o cenário AS-IS, que modela todo o processo até o problema (MENDLING; PENTLAND; RECKER, 2020; VAN DER AALST, 2013), neste caso, o depósito do agregado siderúrgico no bairro Brasilândia, em Volta Redonda.

Com o problema identificado, torna-se necessário identificar os principais *stakeholders* envolvidos no problema, isto é, todas as pessoas e organizações que podem afetar ou ser afetadas pelo projeto. O diagrama IDEF0 (*Integration Definition for Process Modeling*) pode fornecer uma visão holística já que considera os stakeholders de (SARANCIC et al., 2023):

- **Entrada:** indica o que ou quem irá gerar as necessidades que deverão ser transformadas em solução no projeto;

- **Controle:** indica o que ou quem irá gerar as necessidades que irão gerar uma condição ou conjunto de condições necessárias para que o projeto produza uma saída correta.
- **Mecanismo:** trata-se dos stakeholders que fornecerão os meios que serão utilizados para realizar o projeto.
- **Saída:** stakeholders que serão contemplados com o projeto.

Em seguida, é esperado que os grupos apresentem o esboço de uma solução para o problema. Nesta etapa é possível realizar o cenário *TO-BE* que apresentará como o processo ficará após a implementação do projeto (MENDLING; PENTLAND; RECKER, 2020; VAN DER AALST, 2013).

Tabela 1 – Critérios de avaliação do Projeto.

Etapa	Critério de Avaliação	Entregável	Conhecimentos envolvidos
Qualificação	Caracterização e Justificativa do Problema	Cenário <i>AS-IS</i>	Projeto
	Levantamento dos Stakeholders	IDEF0	Concepção e Design em Engenharia Projeto
	Caracterização e Justificativa da Solução (Apresentação preliminar da solução)	Cenário <i>TO-BE</i>	Concepção e Design em Engenharia Projeto
	Objetivos da ODS atendidos	Descrição dos objetivos da ODS atendidos	Química Experimental Responsabilidade Ecológica e Ambiental
Apresentação final	Conclusão da Solução	Descrição completa da solução	Química Aplicações em Engenharia 4.0
	Viabilidade da solução	Análise de viabilidade técnica e financeira	Projeto Química Responsabilidade Ecológica e Ambiental
	Processo para Implementação da solução	Descrição da implementação caso a indústria queira adotar o projeto	Produção textual Aplicações em Engenharia 4.0
	Tecnologias da Indústria 4.0 aplicadas à solução	Lista de tecnologias e quais vantagens para o projeto	Aplicações em Engenharia 4.0

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

É importante destacar que além do treinamento técnico, os estudantes precisam se formar com um pensamento crítico em torno da sustentabilidade. Portanto, também foi solicitado que o projeto também deveria endereçar alguma contribuição aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (Organização das Nações Unidas) (UN, 2015).

Na etapa de Apresentação Final, espera-se que os estudantes apresentem:

- **Conclusão da Solução:** indicando como a solução pode ser obtida. Sendo assim, os estudantes realizam testes do agregado em laboratório, de modo a verificar se a solução proposta no projeto é viável em termos técnicos.
- **Viabilidade da Solução:** a viabilidade da solução pode ser realizada considerando a revisão bibliográfica e os testes no laboratório. Além disso, para indicar a viabilidade financeira, os estudantes devem verificar o custo da implementação do projeto em relação aos valores que podem ser obtidos a partir desta implementação.

- **Processo para Implementação da solução:** deve ser apresentada uma descrição com os passos necessários para que o mercado adote o projeto, por exemplo, contratação de pessoas especializadas, construção de infraestrutura, elaboração de processos, entre outros.
- **Tecnologias da Indústria 4.0 aplicadas à solução:** apresentar como as tecnologias da Indústria 4.0 podem escalar o projeto, promovendo otimizações, geração de valor, redução de custos ou ganhos de produtividade.

3 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

Nesta seção apresentam-se os resultados, tendo como foco a aplicação da metodologia para a execução do projeto que, neste caso, indica e discute soluções para a problemática da escória na região Sul Fluminense, considerando a possibilidade de utilização da escória na Engenharia Civil, além de propor estratégias de gestão para o armazenamento e descarte adequado deste resíduo.

3.1 Evidência de entrega das fases do projeto

A Figura 3 evidencia a funcionalidade quanto a observância das entregas das fases dos projetos conforme descrito na Seção 2.2.

Figura 3 – Organização do Projeto no Jira.

	MAI	JUN
Sprints		
> M1G3-56 Pesquisa Geral	CONCLUÍDO	
> M1G3-1 • Caracterização e Justificativa do Problema	CONCLUÍDO	
> M1G3-2 • Levantamento dos Stakeholders		
> M1G3-3 • Caracterização e Justificativa da Solução	CONCLUÍDO	
> M1G3-4 • Objetivos da ODS atendidos	CONCLUÍDO	
> M1G3-5 • Apresentação preliminar da solução		
> M1G3-6 • Cenário As-IS // To be	CONCLUÍDO	
> M1G3-53 Reunião de Acompanhamento do projeto		
> M1G3-62 Artigo (Resumo - Objetivo geral)	CONCLUÍDO	
> M1G3-71 REENQUADRAMENTO DO PROJETO		
> M1G3-83 Realização de Ensaios		
+ Criar Epic		

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

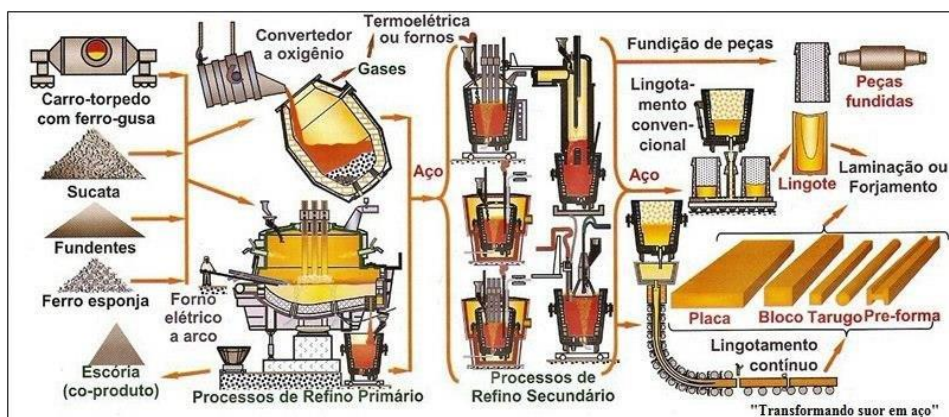
3.2 Caracterização e Justificativa do Problema

A produção de aço é um processo industrial complexo que consiste em diferentes estágios, conforme pode ser observado na Figura 4, iniciando na preparação da matéria prima e finalizando na produção do aço propriamente dito (GHOSH; CHATTERJEE, 2008; MOURÃO, 2007).

Na aciaria o ferro gusa passa é transformado em aço a partir do gusa sólido, gusa líquido, sucatas de aço e ferro fundido. Todavia, esse processo gera o agregado siderúrgico (MOURÃO, 2007). Segundo relatório publicado pela CSN (2020), o agregado siderúrgico produzido em seu processo possui a composição química apresentada na Figura 5.

De acordo com Mourão (2007), a formação da escória se dá, principalmente, pelas reações de oxidação e dissolução do cal. A escória, rica em CaO (óxido de cálcio) é removida para evitar o ataque excessivo do revestimento do refratária da aciaria.

Figura 4 – Representação esquemática da produção do aço.



Fonte: (BUITRAGO, 2016).

Figura 5 – Composição do Agregado Siderúrgico.

Análise Química Típica
Escória de aciaria tratada

CaO	43,47
MgO	1,938
Al ₂ O ₃	2,12
MnO	2,159
P ₂ O ₅	-
S	0,067
Fe ₂ O ₃	13,87
Fe (t)	23,09
Fe (metálico)	-
FeO	17,27
Zn	0,040
Cr	0,272
Pb	0,030

Fonte: (CSN, 2020).

Aproximadamente 36% do agregado siderúrgico produzido é destinado à estocagem, conforme Figura 6, oferecendo risco à população, e gerando as montanhas de agregado.

Atualmente, grande parte do agregado siderúrgico é destinado para pavimentação (CSN, 2020; IAB, 2021), porém a demanda não é suficiente para suprimir a pilha gerada.

Uma vez levantadas as informações pertinentes à geração do agregado, intrínseca ao processo siderúrgico, foi possível estabelecer o cenário AS-IS, conforme pode ser observado na Figura 7.

Idealmente, no melhor cenário, seria que o processo de produção de aço fosse atualizado, de modo a não produzir o agregado siderúrgico, contudo, o projeto ilustrado

neste artigo se reserva em atuar na eliminação da montanha de escória. Dessa forma, destaca-se na Figura 7 o foco do projeto.

Figura 6 – Montanha de Agregado Siderúrgico.



Fonte: (G1, 2019)

3.3 Levantamento dos Stakeholders

Os principais *stakeholders* foram definidos de acordo com o modelo IDEF0, conforme apresentado na Figura 8. Nesse sentido pode-se observar a visão holística adotada pelos estudantes ao prever mecanismos que consideram inclusive a logística envolvida no processo. O que é um ganho em termos de aprendizado, uma vez que, como a solução depende de transporte, então, o local para a retirada do agregado deverá permitir o acesso desses transportes.

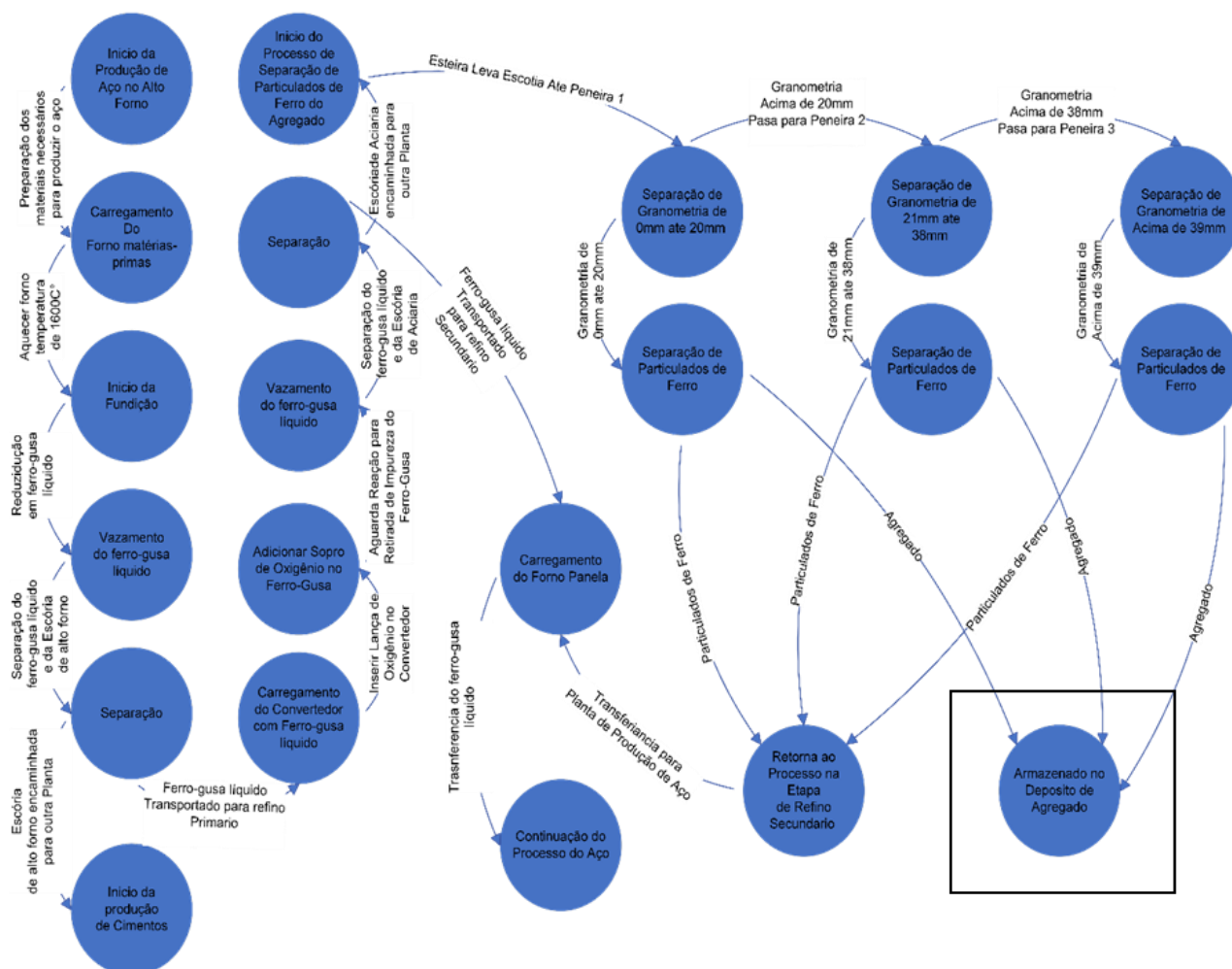
3.4 Caracterização e Justificativa da Solução

As características químicas, físicas, mecânicas, entre outras características condicionam o uso da escória de aciaria LD, pois está diretamente ligada ao seu fator de expansão (MOURÃO, 2007), contudo esse reaproveitamento precisa estar fundamentado por pesquisas e leis para monitoramento e regulamentação no intuito de amenizar e supervisionar a expansão da escória, buscando adequar e aplicar de acordo com suas particularidades e características.

Uma possível solução para utilização ao agregado siderúrgico estocado é sua utilização para geração de artefatos de cimento, uma vez que substitui parte do cimento Portland na mistura de concreto. Além disso, a escória pode melhorar a resistência à compressão e à tração do concreto, bem como sua durabilidade e resistência à corrosão.

Sendo assim, com esta possível solução, são adicionadas no processo do agregado siderúrgico as etapas que podem ser observadas na Figura 9. Portanto, a cenário TO-BE inclui novas etapas no cenário AS-IS, a partir do item Armazenamento no "Depósito de Agregado", conforme destacado na Figura 7.

Figura 7 – Cenário AS-IS

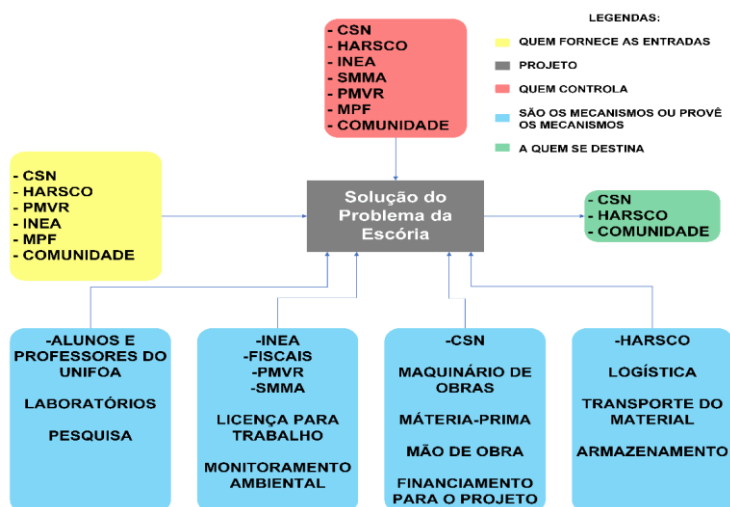


Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

3.5 Descrição dos objetivos da ODS atendidos

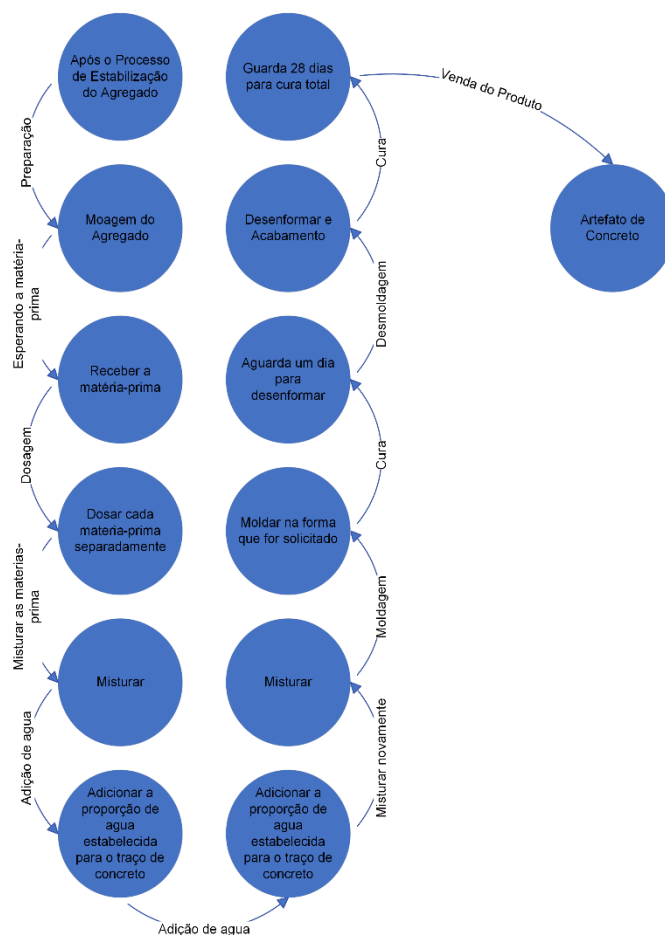
A utilização do agregado siderúrgico na produção de artefatos de concreto pode contribuir para o ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura, pois o uso desse subproduto pode melhorar a eficiência e sustentabilidade da produção de concreto. Além disso, pode reduzir o impacto ambiental da construção civil, contribuindo para o ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis. Isso porque a escória de aciaria LD é um subproduto da produção de aço e seu uso reduz a quantidade de resíduos gerados. Finalmente, o uso de agregado pode endereçar contribuições para ODS 13 - Ação contra a Mudança Global do Clima, uma vez que, a produção de concreto é responsável por uma grande quantidade de emissões de dióxido de carbono (CO₂) (THE GUARDIAN, 2019).

Figura 8 – Levantamento de Stakeholders.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Figura 9 – Cenário TO-BE.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

3.6 Descrição completa da solução e Viabilidade

Como meio de verificar que a solução proposta no projeto é viável tecnicamente, decidiu-se realizar alguns experimentos.

Os testes laboratoriais preconizaram procedimentos abrangentes para investigar e analisar a caracterização do material precursor e do material gerado, além de realizar a confecção dos corpos de prova e avaliar sua resistência à compressão. Além disso, foram realizadas as seguintes etapas:

- Análises de granulometria para determinar a distribuição de tamanho das partículas presentes no material, bem como uma análise de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) para investigar a morfologia e a composição química das partículas.
- Para avaliar a influência do material precursor no meio ambiente, foram realizadas análises de lixiviado e pH. Essas análises permitiram identificar a presença de substâncias solúveis e a acidez ou alcalinidade do material, fornecendo informações sobre seu potencial impacto ambiental.
- Com base nos resultados obtidos na caracterização do material precursor, foi possível definir o traço adequado para a confecção dos corpos de prova. O traço foi determinado levando em consideração a composição e proporção dos materiais utilizados na mistura, com o intuito de atender aos requisitos de desempenho desejados.
- Após a definição do traço, os corpos de prova foram confeccionados seguindo procedimentos padronizados, garantindo a umidade correta da mistura e a compactação adequada do material. Posteriormente, o material gerado foi caracterizado para avaliar sua umidade e resistência à compressão.
- A umidade foi medida para determinar o teor de água presente no material e verificar sua conformidade com os limites estabelecidos para a aplicação desejada.
- A resistência à compressão foi avaliada por meio de testes de compressão uniaxial em laboratório, proporcionando informações sobre a capacidade do material em resistir a forças de compressão.

O processo descrito nesta seção é fundamental para compreensão das propriedades do material a ser utilizado, além de permitir a análise de sua viabilidade para a aplicação proposta.

Além disso, os resultados gerados durante os testes laboratoriais podem corroborar indicando se a solução proposta tem atenderá às expectativas dos *stakeholders*.

4 CONCLUSÃO

À maneira como a Engenharia é ensinada deve acompanhar as atualizações metodológicas e se abrir às novas possibilidades, no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem, permitindo que os estudantes sejam protagonistas.

Neste artigo foi apresentada a metodologia utilizada no módulo “Desafios da 4ª Revolução Industrial”, no primeiro semestre de 2023, no UniFOA. Além da metodologia se basear na PjBL, os estudantes foram desafiados a resolver um problema que se estende a mais de 30 anos.

Para guiar os estudantes foram elaborados diversos critérios de avaliação relacionados com o problema: “Reduzir ou eliminar o volume de agregado siderúrgico estocado proveniente do processo de aciaria de uma siderúrgica localizada no interior do

estado do Rio de Janeiro.”. E, como estudo de caso, apresentou-se o resultado de um dos projetos, de modo a ilustrar a metodologia adotada pelo UniFOA.

Com isso, foi possível notar que, os estudantes tiveram um enorme engajamento desde a revisão bibliográfica até a proposição de um projeto baseado em evidências para resolver a problemática.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos responsáveis pelo laboratório do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) por nos fornecerem todo apoio necessário para realização do projeto. Agradecemos à Companhia Siderúrgica Nacional pelo fornecimento da escória para os testes laboratoriais. Ao Centro universitário de Volta Redonda pela infraestrutura laboratorial para que os testes fossem conduzidos. I.P. Rodrigues também agradece à CAPES pelo apoio financeiro (Processo No. 88882.444522/2019-01) durante o doutorado.

REFERÊNCIAS

BALLESTEROS, M. Á. et al. Modernizing the chemical engineering curriculum via a student-centered framework that promotes technical, professional, and technology expertise skills: The case of unit operations. **Education for Chemical Engineers**, v. 35, p. 8–21, abr. 2021.

BIGGS, J.; TANG, C. **Teaching for Quality Learning at University**. 4. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2011.

BUITRAGO, N. D. T. **Aplicabilidade do agregado siderúrgico açobrita misturado com solo em camadas de pavimentos rodoviários**. [s.l.] Universidade de Brasília, 20 abr. 2016.

CHI, M. T. H.; WYLIE, R. The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. **Educational Psychologist**, v. 49, n. 4, p. 219–243, 2 out. 2014.

CSN. **Vendas especiais: placas, químicos, Co-produtos**.

G1. **Comissão visita montanha de escória formada por resíduos da CSN em Volta Redonda**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/sul-do-rio-costa-verde/noticia/comissao-visita-montanha-de-escoria-formada-por-residuos-da-csn-em-volta-redonda.ghtml>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

G1. **CSN e Harsco não diminuirão volume de escória em depósito, aponta comissão da Alerj**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/sul-do-rio-costa-verde/noticia/2019/09/07/apos-vistoria-comissao-da-alerj-analisa-reducao-no-volume-de-escoria-em-deposito-da-csn.ghtml>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

GHOSH, A.; CHATTERJEE, A. **IRONMAKING AND STEELMAKING: Theory and Practice**. New Delhi: PHI Learning Private Limited, 2008.

GOMEZ-DEL RIO, T.; RODRIGUEZ, J. Design and assessment of a project-based learning in a laboratory for integrating knowledge and improving engineering design skills. **Education for Chemical Engineers**, v. 40, p. 17–28, jul. 2022.

IAB. **Relatório de Sustentabilidade 2020**. [s.l: s.n.].

MENDLING, J.; PENTLAND, B. T.; RECKER, J. Building a complementary agenda for business process management and digital innovation. **European Journal of Information Systems**, v. 29, n. 3, p. 208–219, 3 maio 2020.

MOURÃO, M. B. (ED.). **Introdução a siderurgia**. 1. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2007.

SARANCIC, D. et al. Designing sustainable product-service systems: A generic process model for the early stages. **Sustainable Production and Consumption**, v. 36, p. 397–414, mar. 2023.

THE GUARDIAN. **Concrete: the most destructive material on Earth**. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/cities/2019/feb/25/concrete-the-most-destructive-material-on-earth>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

UN. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. [s.l: s.n.].

VAN DER AALST, W. M. P. Business Process Management: A Comprehensive Survey. **ISRN Software Engineering**, v. 2013, p. 1–37, 12 fev. 2013.

A PROPOSAL FOR THE UTILIZATION OF LD STEEL SLAG IN CONCRETE ARTIFACTS - AN EXPERIENCE WITH A PROJECT-BASED LEARNING APPROACH.

Abstract: *Currently, the teaching and learning process is undergoing significant transformations. The latest major leap occurred during the COVID-19 pandemic, during which information technology tools were widely adopted in this process. As this fact unfolds, the internet can be both an ally and a challenge. It is an ally due to the possibilities it offers for research, in-depth exploration, and skill development. However, it can also present challenges as this notable tool sometimes competes with the teaching and learning process. This issue prompts educators to seek new ways of conducting the teaching and learning process, allowing students to take on a central role. Active methodologies notably enable students to be at the forefront of the process. Accordingly, this article presents the project-based learning (PBL) methodology adopted by the basic Engineering program at Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) and illustrates its application through the results of a specific project. The project in question focuses on finding solutions to eliminate the issue of steel aggregate storage. The results demonstrate the students' engagement in solving real-world problems using engineering tools learned during their classes.*

Keywords: *PBL, Engineering, Steel aggregate, steel making.*