



# ENSINO DAS ETAPAS DE PRODUÇÃO DE CONCRETO: METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)

TEACHING CONCRETE PRODUCTION SKILLS: PROBLEM-BASED LEARNING METHODOLOGY (PBL)

Sérgio Trajano Franco Moreiras<sup>1</sup>, João Ricardo Stevanato Araujo<sup>2</sup>

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v42p212-222.2023

**RESUMO:** Nas metodologias tradicionais de ensino, os egressos dos cursos de Engenharia Civil não se graduam com as habilidades de raciocínio lógico, de interdisciplinaridade e de relações humanas em grau satisfatório para resolver os desafios profissionais. Na metodologia de ensino de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), tais habilidades são desenvolvidas a partir de um problema prático proposto pelo docente. Nesse sentido, o presente trabalho propôs para os acadêmicos da disciplina de Laboratório de Materiais de Construção II a execução de blocos de concreto de aresta igual a dez centímetros. De cada trabalho os quesitos avaliados foram o traço empregado, o material das fôrmas, a consistência do concreto e o adensamento. A partir da tabulação dos dados foi possível perceber que 43% dos alunos empregaram o traço em volume (1:2:3:a/c). Esse traço fornece boa resistência mecânica e um bom teor de argamassa em comparação com os demais. Quanto às fôrmas, 48% realizaram os projetos com fôrma de madeira. Dos materiais empregados, este foi o único que aliou resistência, estanqueidade e indeformabilidade. Quanto ao adensamento, 64% dos alunos apresentaram corpos de prova sem falhas superficiais. Os demais alunos receberam a explicação de como realizar a atividade de forma correta. Todos os acadêmicos trabalharam com os conceitos de produção de concreto de maneira prática e intuitiva. Com isso, gera-se um mecanismo de cognição nos acadêmicos distinto do gerado pelas metodologias tradicionais e, portanto, o ensino se torna mais efetivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metodologias ativas para o ensino de Engenharia Civil; aula prática de execução de concreto; traço do concreto; adensamento do concreto; consistência do concreto; material para as fôrmas de concreto.

**ABSTRACT:** In traditional teaching methodologies, graduates of civil engineering courses do not graduate with the skills of logical reasoning, interdisciplinarity and satisfactory human relations to solve professional challenges. In the Problem-Based Learning (PBL) teaching methodology, these skills are developed from a practical problem proposed by the teacher. In this sense, the present work proposed to the students of the discipline of Building Materials II the execution of concrete blocks with an edge equal to ten centimeters without any information previously made available. For each work, the items evaluated were the trace used, the material of the forms, the consistency of the concrete and the densification. From the tabulation of the data, it was possible to perceive that 43% of the students used the stroke in volume (1:2:3:a/c). This trait provides good mechanical strength and a good mortar content compared to the others. How many forms 48% carried out the projects with wooden formwork. Of the materials used, this was the only one that combined resistance, watertightness and non-deformability. As for the densification, 64% of the students presented specimens without gaps and without superficial flaws. The other students received an explanation of how to perform the activity correctly. All academics worked with the concepts of concrete production in a practical and intuitive way. With this, a mechanism of cognition is generated in academics different from that generated in traditional methodologies and teaching becomes more effective.

**KEYWORDS:** new methodologies for Civil Engineering teaching; concrete manufacturing practical class; concrete trace; concrete densification; concrete consistency; material for concrete forms.

<sup>1</sup> Professor, Doutor em Geotecnia na Universidade Estadual de Maringá, strajano@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Civil, aluno do projeto de pesquisa, Universidade Estadual de Maringá



## **INTRODUÇÃO**

O ensino da Engenharia deve ser contextualizado, significado e orientado para os aspectos práticos da vida profissional, de forma que o discente tenha plena capacidade de resolver problemas e conduzir os projetos necessários em sua área de atuação (BARBOSA; MOURA, 2014).

Entretanto, observa-se que, no ensino tradicional de Engenharia, os egressos não desenvolvem a habilidade de raciocínio lógico de forma satisfatória e nem conseguem correlacionar conteúdos de disciplinas diferentes para solucionar problemas cotidianos. O que ocorre é que o aluno é treinado a resolver listas de exercícios de determinado assunto com procedimentos de cálculo pré-determinados pelo professor. Os espaços para discussões são raros, e as dúvidas são apenas pertinentes ao conteúdo ministrado (MOREIRAS et al., 2021).

A metodologia ativa de ensino é uma ferramenta que permite que o aluno faça uso de suas habilidades cognitivas e críticas. Entre essas metodologias ativas de ensino, a Aprendizagem Baseada em Problema (ABP) é a que melhor se enquadra nos cursos de Engenharia Civil (PONCIANO; GOMES; MORAIS, 2017).

A metodologia ABP encoraja o aluno a desenvolver soluções técnicas para determinados problemas práticos propostos. O tutor/professor auxilia os alunos nessas soluções e transmite os conceitos teóricos durante o processo. As informações são transmitidas por intermédio de debates, estudos dirigidos, sugestões de leitura e por aula expositiva.

O presente trabalho aplicou a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas na disciplina de Laboratório de Materiais de Construção II no curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá. A atividade proposta foi a execução de corpos de prova de concreto com aresta de 10 centímetros.

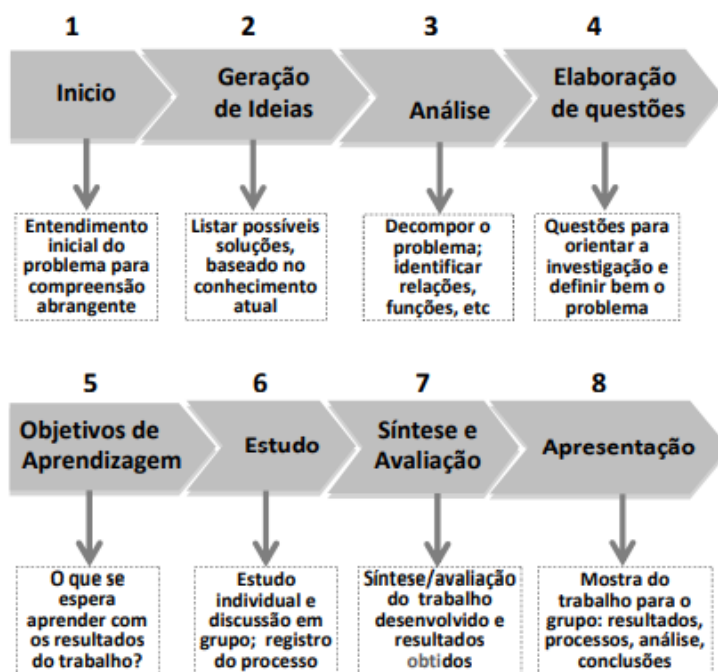
## **APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)**

Uma das metodologias de ensino ativa é a Aprendizagem Baseada em Problema (ABP). Cavalcante e Souza (2013) afirmam que essa metodologia já está bem consolidada em alguns países e apresenta resultados promissores no ensino-aprendizagem em cursos de Engenharia.



A metodologia ABP se baseia no ensino por meio de estudos de um problema cotidiano profissional, proposto pelo professor/tutor. Barbosa e Moura (2014) explicam a metodologia por meio do diagrama proposto na Figura 1.

**Figura 1 – Etapas da aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**



Fonte: Barbosa e Moura (2014).

Segundo os autores, a aplicação da metodologia é iniciada com a apresentação do problema a ser resolvido pelos discentes. Os tutores/professores devem assegurar que todos compreenderam a problemática exposta. O primeiro passo para a solução é fazer os acadêmicos pensarem em soluções iniciais para o problema, de forma intuitiva e sem consultas a fontes externas nesse momento. Logo após, busca-se analisar e dividir o problema em situações mais fáceis de serem resolvidas e, então, elabora-se questões para orientar os estudantes a seguirem uma linha correta de raciocínio. Somente depois os alunos discutem entre si e buscam conhecimentos adicionais em fontes confiáveis de informação para embasar a solução do problema.

Segundo Sesoko e Neto (2014), a metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) engaja os acadêmicos na busca por soluções de problemas e, conseqüentemente, gera conhecimento conceitual mais efetivo que as metodologias tradicionais. Os alunos se mantêm centrados em obter informações sobre teorias e conceitos, também desenvolvem habilidades de



raciocínio lógico, de liderança, de trabalho em equipe e de interatividade entre os indivíduos de seu grupo.

O problema a ser tratado na metodologia deve ter uma ou mais soluções que sejam tangíveis. É importante que tenham condições de contorno complexas para que os alunos busquem um embasamento técnico consistente para concluir os objetivos. Os autores ainda ressaltam a importância das decisões tomadas e dos questionamentos feitos para que se chegue à solução final. (SESOKO; NETO, 2014)

Moreiras et al. (2021) apresentam, na Tabela 1, seis atividades baseadas em problema para o ensino de conceitos e de cálculo estrutural de concreto. Os autores afirmam que tais atividades são encontradas cotidianamente na vida do egresso de Engenharia, e sua solução gera habilidades de interdisciplinaridade e raciocínio lógico.

**Tabela 1 – Atividades para aplicação da metodologia de ensino (ABP) para o curso de Concreto: da produção ao cálculo estrutural**

<b>Atividade ABP</b>
ABP 01 - Execução de peça de concreto com formato livre
ABP 02 - Produção de corpo de prova de concreto
ABP 03 - Execução e teste de viga de concreto em escala reduzida sem armação
ABP 04 - Execução e teste de viga de concreto em escala reduzida com armação
ABP 05 - Lançamento da estrutura de concreto a partir do projeto arquitetônico
ABP 06 - Modelagem de edifício no programa estrutural Robot

Fonte: Moreiras et al. (2021).

Segundo os autores, a primeira atividade proposta é a confecção de uma peça de concreto com formato livre, sem nenhuma informação prévia fornecida. Na segunda atividade, ensina-se aos alunos como executar corpos de prova de concreto seguindo a norma ABNT NBR 5738:2016 para que sejam realizados ensaios de resistência mecânica à compressão padronizados.

Na terceira e na quarta atividades, os alunos vão construir vigas em escala reduzida com e sem armadura estrutural. Depois, na realização dos ensaios mecânicos, eles vão visualizar a importância de se usar a armadura nas estruturas de concreto.

Por fim, as atividades cinco e seis têm como objetivo preparar os discentes para o dimensionamento de estruturas de concreto armado. Para isso, aprenderão a



lançar a estrutura e a determinar os esforços atuantes por meio de um programa de análise de estruturas.

## **METODOLOGIA DE TRABALHO**

O trabalho foi realizado com as turmas do 2º ano letivo do curso de Engenharia Civil do Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual de Maringá. Parte da atividade foi desenvolvida com uma turma de 20 alunos, no ano de 2021, e outra com a turma de 25 alunos, no ano de 2022. A atividade desenvolvida se deu sobre o tópico “concreto” da disciplina de Laboratório de Materiais de Construção II. O subtópico do conteúdo programático trabalhado foi o item 1: prática geral de concreto (PRÓ REITORIA DE ENSINO DA UEM, 2016).

### **Problema Proposto**

Antes da aula teórica sobre concreto à base de cimento Portland, foi solicitado que os alunos executassem um cubo de concreto de aresta de 10 cm (nenhuma informação adicional foi passada aos alunos). Esta atividade prática foi realizada na residência de cada aluno, individualmente, pois era período de pandemia. Os resultados foram apresentados em forma de slides no programa *Power Point* e entregues via plataforma *Google Class Room*. Foi pedido aos alunos que nessa apresentação deveria conter imagens das etapas do processo, dos materiais utilizados e das proporções empregadas entre os materiais.

### **Entrega das atividades**

Na aula após a entrega das atividades o professor reuniu os alunos na plataforma *Google Meet* e alguns alunos foram selecionados para apresentarem os trabalhos. Após as apresentações o professor fez questionamentos e levantamentos sobre os trabalhos. Os tópicos levantados e discutidos foram: i) o tipo das fôrmas, sua resistência e estanqueidade; ii) quantidade de água empregada, debate do fator água cimento *versus* sua influência na resistência e na consistência do concreto; iii) finalidade e origem do traço utilizado; iv) as falhas do concreto (“bicheiras”) devido à falta de adensamento do concreto.



## **Aula expositiva**

Após a apresentação dos trabalhos o professor ministrou uma aula expositiva sobre as etapas de produção do concreto: projeto, mistura, lançamento, adensamento e cura. Também explicou a influência do fator água cimento na resistência e na consistência do concreto.

## **Tratamento dos dados**

Os dados foram coletados na plataforma *Google Classroom* e divididos em quatro categorias: traço, fôrma, consistência e adensamento. Foram avaliados os traços, que são as proporções entre os materiais utilizados; a fôrma, que serve de molde para a massa de concreto; a consistência, que mede a trabalhabilidade do concreto; e o adensamento, que trata da correta acomodação da massa de concreto na fôrma.

A partir da tabulação dos dados, foram apresentados gráficos com as porcentagens de cada tipo de traço empregado, de cada tipo de fôrma usada, de cada estado de consistência do concreto e da qualidade do adensamento executado.

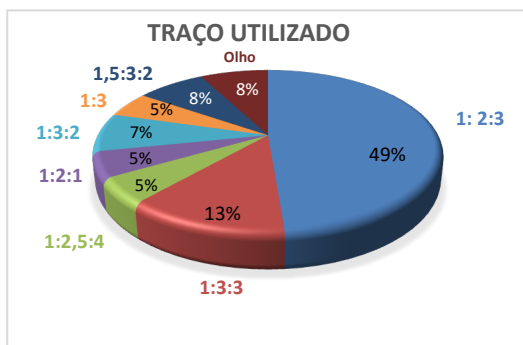
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Traços**

O traço fornece a proporção entre os materiais constituintes do concreto. Nele são apresentadas respectivamente as proporções de cimento, areia, brita e água. Em todos os trabalhos a proporção entre os traços foi medida em volume. Na realização dos projetos, os alunos foram incorporando a água até o ponto que acreditavam ser adequado. Foram apresentadas seis categorias de traço (cimento:areia:brita:água) entre eles: (1:2:3:a/c); (1:3:3:a/c); (1:2:1:a/c); (1:3:2:a/c); (1:2,5:4:a/c); e (1:3:0:a/c). A Figura 2 apresenta a distribuição dos traços em porcentagem.



**Figura 2 – Gráfico com as porcentagens do tipo de traço empregado**



Fonte: elaborada pelos autores.

Dos 44 trabalhos entregues, 43% apresentaram traço (1:2:3:a/c), 11% apresentaram traços (1:3:3:a/c) e (1:2:1:a/c), 7% apresentaram traço (1:3:2:a/c), 5% apresentaram traços (1:2,5:4:a/c) e (1:3:0:a/c) e 18% não informaram ou não mediram.

Durante a discussão realizada em aula foi observado que nos traços que possuem o teor de brita maior que o de areia (traços 1:2:3:a/c e 1:2,5:4:a/c), que representam 48% dos trabalhos, os dados foram obtidos por fontes de pesquisas acadêmicas em sites educacionais. Esses grupos de traços possuem teores de argamassa menores que o grupo no qual a quantidade de areia é maior que a de brita. Com isso, além da economia na quantidade de argamassa, ainda se tem o benefício de maior embricamento entre os grãos de brita. Conseqüentemente, há um aumento na capacidade de resistência à compressão.

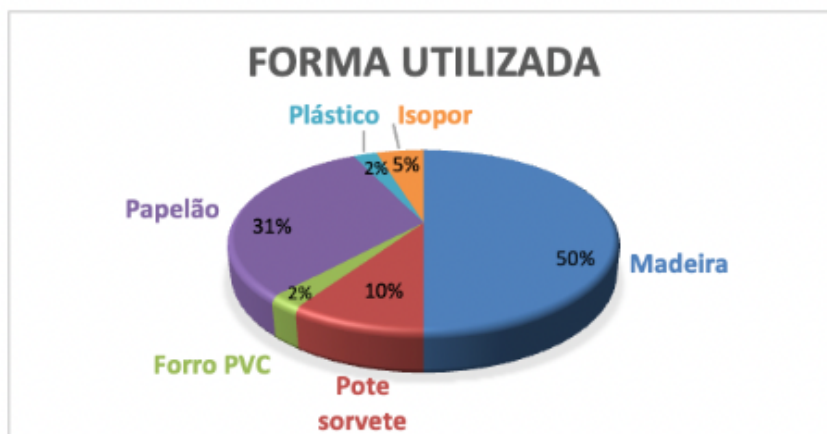
Nos demais (34% dos trabalhos), em que a quantidade de brita era menor que a de areia, o traço foi obtido a partir de conhecimento de pessoas próximas que possuem experiência prática. Na época da mistura exclusivamente manual, teores altos de pedra inviabilizavam o processo manual com emprego de enxada. Foi informado aos alunos que a norma ABNT NBR14931:2004 regula a execução do concreto estrutural e proíbe a utilização de mistura manual. Portanto, a recomendação passada aos alunos foi que os traços utilizados fossem os com o teor de brita superior ao de areia.

## Fôrmas

Os trabalhos realizados apresentaram fôrmas de seis materiais diferentes, como a de madeira, a de papelão, a de pote de sorvete, a de forro de PVC, a de plástico

e a de isopor. A Figura 3 apresenta um gráfico com a porcentagem de cada material empregado.

**Figura 3 – Gráfico com as porcentagens do tipo de fôrma empregado**



Fonte: elaborada pelos autores.

A partir do gráfico, observa-se que, dos 44 trabalhos, 48% empregaram fôrmas de madeira, 30% de papelão, 9% utilizaram pote de sorvete, 4% fôrma de isopor, 2% usaram plástico e forro de PVC e 5% não foi informado.

A fôrma mais utilizada pelos acadêmicos foi a fôrma de madeira. Pode-se observar que as fôrmas de madeira têm boa resistência mecânica, conferem rigidez ao molde e impedem a fuga de pasta de cimento.

O professor destacou que as fôrmas executadas em papelão, pote de sorvete, isopor e forro PVC não possuem rigidez suficiente para sustentar o peso do concreto. Assim, como consequência, deixam irregularidades no formato das arestas e das superfícies dos corpos de provas.

## Consistência

Os discentes não especificaram em seus trabalhos a quantidade de água e a consistência de suas misturas, porém foi possível identificar três tipos de consistência: seca; plástica e fluida. A Figura 4 apresenta a porcentagem de cada classe de consistência dos trabalhos realizados.



**Figura 4 – Etapas da aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**

Fonte: elaborada pelos autores.

Podemos observar que, segundo o gráfico exposto na Figura 4.3.2, dos 44 trabalhos apresentados, 50% apresentaram resultados de consistência fluida, 37% dos trabalhos consistência plástica e 2% consistência seca.

O fato de a maioria (50%) dos projetos apresentarem massas com consistência fluida foi uma forma intuitiva que os alunos encontraram de lançar a mistura no molde sem o auxílio de vibração mecânica. Em contrapartida, os alunos que fizeram uma mistura mais seca tiveram maior dificuldade em moldar o concreto na fôrma.

O professor salientou que, conforme a lei de Abrams, quanto maior for o fator água cimento mais fluida será a mistura, porém com menor resistência mecânica à compressão. Ao reduzir o fator a/c há um aumento de resistência mecânica massa à compressão.

## Adensamento

Ao executar uma estrutura em concreto armado, uma etapa importante para o correto preenchimento das fôrmas e da armadura é o adensamento. O adensamento é realizado com a utilização de vibradores mecânicos internos (tipo agulha) ou externos (vibração nas fôrmas). Esse processo garante que a massa seja distribuída de maneira uniforme no molde e preencha todos os espaços entre a fôrma e a armadura. Os resultados foram expressos na Figura 5.

**Figura 5 – Etapas da aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**

Fonte: elaborada pelos autores.

Quando observamos os projetos dos alunos, percebemos que 64% dos trabalhos não apresentaram patologias (“bicheiras”) relativas ao adensamento e 34% apresentaram “bicheiras” no concreto após a retirada da fôrma por falta de adensamento.

O número elevado de projetos com bom adensamento acompanha a predominância dos trabalhos com consistência fluida, haja vista que, quando a pasta possui alta fluidez, a sua distribuição nas fôrmas é mais fácil, dispensando a necessidade de vibração mecânica.

As fôrmas de papelão, de isopor e de PVC não suportaram o adensamento. Esse é um dos motivos pelos quais se usa a madeira como fôrma, pois sua resistência permite um bom adensamento mecânico por meio de vibração.

Alguns trabalhos ainda apresentaram apenas pequenas falhas, que usualmente são geradas quando não se utiliza desmoldante. Assim, os discentes receberam a recomendação de que fosse utilizado para que na hora da desforma não haja aderência entre o concreto e a fôrma.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) os alunos saíram da inércia habitual e se engajaram para resolver o problema. Desenvolveram a habilidade de raciocínio lógico para pensar intuitivamente como executar o cubo de concreto e quais as etapas e procedimento para executar a atividade.



A atividade executada, junto à aula expositiva, gera um mecanismo na cognição do aluno, fazendo com que ele aprenda de maneira mais efetiva os conceitos de traço, fôrma, consistência e adensamento.

Se aula fosse apenas expositiva e se ao final o professor questionasse sobre os quatro conceitos anteriores, apenas uma parcela muito pequena conseguiria responder de forma adequada. Essa “vivência do conceito” é o que faz com que a metodologia ABP seja mais eficaz do que o ensino tradicional.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5738**: Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. Rio de Janeiro, 2016.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino de Engenharia. **Anais...** XIII International Conference on Engineering and Technology Education. Portugal, 2014.
- CAVALCANTE F. P. L.; SOUZA, M. E. Ensino-aprendizagem nas engenharias: uma proposta para formar mais e melhores engenheiros no país. **Anais...** XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, Brasil, 2013.
- MOREIRAS, S. T. F. et al. Aprendizagem baseada em problemas: disciplina de estruturas de concreto armado do curso de engenharia civil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 34401-34413, 2021.
- PONCIANO, T. M.; GOMES, F. C. V.; MORAIS, I. C. Metodologia ativa na engenharia: verificação da abp em uma disciplina de engenharia de produção e um modelo passo a passo. **Revista Principia**, v. 34, p. 32-39, 2017.
- PRÓ-REITORIA DE ENSINO UEM. Programa da disciplina do curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá Campus Umuarama – Componente Curricular: Laboratório e Prática de Materiais de Construção II. 2016. Não publicado.
- SESOKO, V. M.; NETO, O. M. Análise de experiências de Problem e Project Based Learning em cursos de engenharia civil. **Anais...** Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Juiz de Fora, 2014.