

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SIBELI DE OLIVEIRA SCHNEIDER

**COMPARAÇÃO ENTRE AULA EXPOSITIVA  
E APRENDIZAGEM BASEADA EM  
PROBLEMAS NO DESENVOLVIMENTO DE  
CONCEITOS E COMPETÊNCIAS NA  
ENGENHARIA**

Porto Alegre

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SIBELI DE OLIVEIRA SCHNEIDER

**COMPARAÇÃO ENTRE AULA EXPOSITIVA E  
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO  
DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS E  
COMPETÊNCIAS NA ENGENHARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Comissão de Graduação do Curso de En-  
genharia Civil da Escola de Engenharia da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Engenheira Civil

Orientador: Prof. Dr. Fernando Mainardi Fan

Orientador: Prof. Dr. João Ricardo Masuero

Porto Alegre

2019

SIBELI DE OLIVEIRA SCHNEIDER

# **COMPARAÇÃO ENTRE AULA EXPOSITIVA E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS E COMPETÊNCIAS NA ENGENHARIA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRA CIVIL e aprovado em sua forma final pela banca examinadora, pelos professores orientadores e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BANCA EXAMINADORA

---

**Fernando Mainardi Fan**

Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento  
Ambiental pela Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul  
Orientador

---

**João Ricardo Masuero**

Doutor em Engenharia pela Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul  
Orientador

---

**Ângela Gaio Graeff**

Doutora em Estruturas pela Universidade de  
Sheffield

---

**Enio Carlos Mesacasa Júnior**

Doutor em Estruturas pela Escola de  
Engenharia de São Carlos

*Dedico este trabalho a meu amigo Janor  
por ter me ensinado desde cedo a impor-  
tância da leitura e do estudo.*

# AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, especialmente a meus pais, Tatiana e Romualdo, pelo caminho proporcionado até a Universidade e pela compreensão com minha ausência desde então.

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul por todo o aprendizado em sua forma mais ampla de juízo.

Agradeço à Associação Atlética Acadêmica da Escola de Engenharia, UFRGS, o terror do Paraná, por ter me proporcionado emoções inconcebíveis dentro e fora de quadra.

Agradeço a todos os professores que de alguma maneira contribuíram para minha formação pessoal e profissional, principalmente ao professor Analberto Schot, que há muito me ensinou a graça da matemática, e aos professores Fernando Mainardi Fan e João Ricardo Masuero, cuja dedicação inspira.

Agradeço a cada voluntário pelo tempo, disposição e confiança investidos nesta pesquisa.

Agradeço à Amanda, à Ana Flavia e à Luísa por amorosa e cuidadosamente assistirem as aulas-testes e contribuírem com sua opinião honesta. Mas muito mais que isso, agradeço-lhes por toda sua amizade.

Agradeço ao Bruno, à Irene e ao Paulo pelo acolhimento, carinho, incentivo e suporte que nunca me faltaram durante todo período de elaboração deste trabalho.

*A educação é a arma mais poderosa que  
você pode usar para mudar o mundo.*

Nelson Mandela

# RESUMO

Este trabalho tem por objetivo avaliar a aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (comumente conhecida como *Problem-Based Learning* ou simplesmente PBL) como ferramenta para atender às novas Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia, aprovadas em abril de 2019. Com o voluntariado de alguns alunos de engenharia da UFRGS, foi possível realizar um experimento para comparar a metodologia ativa de ensino PBL com as aulas expositivas comumente ministradas nas Instituições de Ensino Superior em Engenharia. Os voluntários foram divididos em turmas conforme disponibilidade dos mesmos e critérios que tinham por objetivo fazer das duas turmas as mais homogêneas possível. Abordando dois conteúdos auto-contidos presentes na súmula de Diagnóstico e Controle de Impactos Ambientais, disciplina obrigatória dos cursos de Engenharia Civil, Hídrica e Ambiental, e garantindo que nenhum voluntário tivesse cursado ou estivesse cursando a cadeira, o primeiro conteúdo foi ministrado com uma abordagem diferente (PBL e expositiva) em cada turma, invertendo-se a abordagem para o segundo conteúdo. Ao final de cada aula, os alunos foram submetidos a questionários de validação do conhecimento e de percepção sobre a experiência de aprendizagem. Os dados coletados e avaliados apresentaram vantagem da abordagem PBL tanto no que diz respeito ao conhecimento adquirido quanto nas habilidades desenvolvidas durante a aula. Ainda, mostrou como o uso de celulares e *smartphones* durante a aplicação do PBL pode contribuir para a construção do conhecimento de forma autônoma por parte dos alunos e trouxe à luz a possibilidade de montar uma aula PBL a partir da simplificação da apresentação já preparada para a aula expositiva.

**Palavras-chave:** ABP, Aprendizagem Baseada em Problema, ensino em engenharia.

# ABSTRACT

This work aims to evaluate the application of Problem-Based Learning as a tool to comply with the new National Curriculum Guidelines for Engineering courses, approved in April 2019. With the volunteering of some UFRGS engineering students, it was possible to perform an experiment to compare the active methodology PBL with the classes commonly taught in engineering higher education institutions. The volunteers were split into classes according to their availability and criteria that aimed to make the two classes as homogeneous as possible. Two self-contained matters were taught, both present in *Diagnóstico e Controle de Impactos Ambientais* summary, a compulsory course from Civil, Water and Environmental Engineering. Ensuring that no volunteer had attended or were attending this course, the first content was taught with a different approach (PBL and exhibiting) in each class, reversing the approach to the second content. At the end, students done tests to knowledge validation and to pick up their perception of learning experience. The data collected and evaluated presented an advantage of PBL regarding both acquired knowledge and skills developed during the class. Furthermore, it showed how the use of smartphones during the application of PBL can contribute to the autonomous knowledge construction by students, also pointing out the possibility of arranging a PBL class by simplifying the presentation already prepared for the lecture-based learning.

**Keywords:** PBL, Problem-Based Learning, engineering education.



# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento do trabalho . . . . .	27
Figura 2 – Expectativa de distribuição de cursos - Turma A . . . . .	31
Figura 3 – Expectativa de distribuição de cursos - Turma B . . . . .	31
Figura 4 – Distribuição de cursos presentes na Aula 1 . . . . .	35
Figura 5 – Distribuição de cursos presentes na Aula 2 . . . . .	35
Figura 6 – Distribuição de cursos presentes na Aula 3 . . . . .	36
Figura 7 – Distribuição de cursos presentes na Aula 4 . . . . .	36
Figura 8 – Auditório 600 da Escola de Engenharia da UFRGS . . . . .	38
Figura 9 – Sala F(ICE), Prédio Centenário da Escola de Engenharia, UFRGS . . .	38
Figura 10 – Esquema do conjunto de áreas de influência . . . . .	46

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Expectativa de voluntários - Turma A . . . . .	29
Tabela 2 – Expectativa de voluntários - Turma B . . . . .	30
Tabela 3 – Voluntários presentes no dia 31/10/2019 . . . . .	32
Tabela 4 – Voluntários presentes no dia 01/11/2019 . . . . .	33
Tabela 5 – Voluntários presentes no dia 07/11/2019 . . . . .	33
Tabela 6 – Voluntários presentes no dia 08/11/2019 . . . . .	34
Tabela 7 – Cronograma da pesquisa . . . . .	37
Tabela 8 – Divisão de grupos - aula 01/11/2019 . . . . .	41
Tabela 9 – Resultado da primeira avaliação conceitual aplicada à Turma A (expositiva) . . . . .	43
Tabela 10 – Resultado da primeira avaliação conceitual aplicada à Turma B (PBL)	44
Tabela 11 – Divisão de grupos - aula 07/11/2019 . . . . .	45
Tabela 12 – Resultado da primeira avaliação conceitual aplicada à Turma A (PBL)	48
Tabela 13 – Resultado da primeira avaliação conceitual à Turma B (expositiva) . .	48
Tabela 14 – Notas médias atribuídas ao teste conceitual de cada metodologia . . .	49
Tabela 15 – Percepção da Turma A sobre a aula expositiva . . . . .	50
Tabela 16 – Percepção da Turma B sobre a aula expositiva . . . . .	51
Tabela 17 – Percepção da Turma A sobre o PBL . . . . .	52
Tabela 18 – Percepção da Turma B sobre o PBL . . . . .	53
Tabela 19 – Comparativo das notas médias do questionário de percepção do aluno .	54

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
ADA	Área Diretamente Afetada
AID	Área de Influência Direta
AII	Área de Influência Indireta
CES	Câmara de Educação Superior
CNE	Conselho Nacional de Educação
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EIA-RIMA	Estudo de Impacto Ambiental
F(ICE)	Fomento à Inovação, Criatividade e Empreendedorismo
I3	Índice 3
MEC	Ministério da Educação
PBL	Problem-Based Learning
RIMA	Relatório de Impacto ao Meio Ambiente
RS	Rio Grande do Sul
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
VI	Valor de Investigação

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos do trabalho</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Escopo do trabalho</b> . . . . .	<b>15</b>
<b>1.3</b>	<b>Delineamento do trabalho</b> . . . . .	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS DE ENGE- NHARIA</b> . . . . .	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS</b> . . . . .	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Histórico</b> . . . . .	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Método</b> . . . . .	<b>20</b>
3.2.1	O papel da IES . . . . .	22
3.2.2	O papel do docente . . . . .	23
<b>3.3</b>	<b>Possibilidades e vantagens</b> . . . . .	<b>24</b>
<b>3.4</b>	<b>Limitações e desvantagens</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b> . . . . .	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>Limitações de pesquisa</b> . . . . .	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> . . . . .	<b>40</b>
<b>5.1</b>	<b>Interpretação das Resoluções CONAMA 396/08 e 420/09</b> . . . . .	<b>40</b>
<b>5.2</b>	<b>Rito de elaboração de EIA-RIMA</b> . . . . .	<b>44</b>
<b>5.3</b>	<b>Percepção dos envolvidos sobre as metodologias de ensino utilizadas</b> <b>49</b>	
5.3.1	Percepção dos voluntários . . . . .	49
5.3.2	Percepção da autora (professora) . . . . .	57
<b>5.4</b>	<b>Avaliação da eficácia e eficiência das metodologias empregadas</b> . . .	<b>59</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> . . . . .	<b>60</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> . . . . .	<b>62</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>65</b>
	<b>APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE INTERESSE</b> . . . . .	<b>66</b>

APÊNDICE B – APRESENTAÇÃO DA AULA EXPOSITIVA A RESPEITO DAS RESOLUÇÕES CONAMA 396/08 E 420/09 . . . . .	71
APÊNDICE C – APRESENTAÇÃO DA AULA PBL A RESPEITO DAS RESOLUÇÕES CONAMA 396/08 E 420/09	78
APÊNDICE D – MATERIAL DE APOIO DAS AULAS A RESPEITO DAS RESOLUÇÕES CONAMA 396/08 E 420/09	81
APÊNDICE E – APRESENTAÇÃO DA AULA EXPOSITIVA SOBRE O RITO DO EIA-RIMA . . . . .	83
APÊNDICE F – APRESENTAÇÃO DA AULA PBL SOBRE O RITO DO EIA-RIMA . . . . .	90
APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO CONCEITUAL - RESOLUÇÕES CONAMA . . . . .	93
APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO - RESOLUÇÕES CONAMA . . . . .	95
APÊNDICE I – RETORNO DA TURMA A QUANTO À AULA EXPOSITIVA . . . . .	98
APÊNDICE J – RETORNO DA TURMA B QUANTO À METODOLOGIA PBL . . . . .	99
APÊNDICE K – QUESTIONÁRIO CONCEITUAL - EIA-RIMA . .	100
APÊNDICE L – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO - EIA-RIMA .	102
APÊNDICE M – RETORNO DA TURMA A QUANTO À METODOLOGIA PBL . . . . .	105
APÊNDICE N – RETORNO DA TURMA B QUANTO À AULA EXPOSITIVA . . . . .	107

# 1 INTRODUÇÃO

De maneira geral, a docência no ensino superior de engenharia concentra seu foco no conteúdo a ser transmitido, sem se ater à forma ou à metodologia aplicada (BECKER, 1999). Currículo e carga horária devem ser cumpridos e o método expositivo com, via de regra, pouca participação dos alunos permite que uma maior quantidade e profundidade de conteúdos sejam ministrados, mesmo em turmas grandes. Esta parece a melhor condição para balancear a abrangência e complexidade de conteúdo exigido pelas grades curriculares, "assumindo-se que toda transmissão de informações resulta necessariamente em aprendizagem, o que não é sempre verdadeiro"(RIBEIRO, 2008).

Em um período da História onde livros eram raros e caros, poucos tinham acesso ao conhecimento, ainda menos eram considerados especialistas em suas áreas de atuação e os meios de divulgação do conhecimento eram restritos, o ensino era centrado na transmissão do conhecimento pelo professor, havendo pouco o que dinamizar. Na revolução industrial, com a urbanização crescente e a necessidade de se atender turmas cada vez maiores, o modelo de aula clássico, onde o docente expõe o conteúdo ao discente que o recebe de forma passiva, faz bastante sentido (RIBEIRO, 2007).

É sabido que a forma como a aula ocorre varia bastante de acordo com a instituição, com a cultura predominante, com o professor (ZEICHNER; TABACHNICK; DENSMORE, 1987) e até mesmo com o espaço físico disponível. Segundo Ribeiro (2007), basta um rápido olhar pelas escolas de engenharia do Brasil para ver que nelas prevalece o modelo convencional de ensino, aqui entendido como o de aulas expositivas em que o primeiro contato do aluno com o conteúdo se dá em sala de aula, a partir da exposição do professor.

A preocupação com os recursos materiais e humanos disponíveis no Planeta e com o desenvolvimento integral do ser humano estimula as constantes transformações e avanços tecnológicos vivenciados pelo homem. Este cenário evidencia a necessidade das Instituições de Ensino Superior (daqui em diante tratadas como IES) desenvolverem habilidades e atitudes além da base conceitual, que tenham por objetivo preparar os egressos para acompanharem as mudanças tecnológicas e sociais e se inserirem apropriadamente tanto no mercado de trabalho como na comunidade a que pertencem. Algumas destas habilidades assinaladas por Ribeiro (2007): trabalho em equipe, comunicação, resolução de problemas, análise de recursos, ética, responsabilidade social e ambiental, aprendizado autônomo.

O debate sobre o ensino e as metodologias majoritariamente aplicadas nas IES de engenharia não é recente e teve o Programa de Reengenharia do Ensino em Engenharia (REENGE) de 1995 como um dos grandes marcos para a avaliação dos currículos em engenharia do Brasil (RIBEIRO, 2007), pois "provocou uma reflexão sobre o perfil do

engenheiro que deveria ser formado, tendo em vista a dinâmica evolutiva a que estão sujeitas as sociedades modernas, as constantes mudanças de padrão tecnológico e o crescente nível científico exigido pelas inovações" (FERNANDES et al., 2011).

Logo em seguida, em 1996, a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (n. 9394/96) introduz os conceitos de diretrizes curriculares (AMARAL; DEDINI, ), normas norteadoras do planejamento e projeto de educação, inclusive nos cursos de graduação (BRASIL, 2019), para em 2001 ser aprovado o Parecer CNE/CES nº 1.362/2001 que estabeleceu as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia.

Em abril de 2019 foram aprovadas as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DNC) dos Cursos de Engenharia que trazem à luz a formação holística do engenheiro profissional e também do cidadão-engenheiro, dando atenção às competências e habilidades que o mercado procura bem como aos valores da sociedade na qual os egressos estão inseridos.

Nesta perspectiva, vêm à tona as metodologias ativas de aprendizagem com as quais se espera prover maior engajamento por parte dos alunos na busca pelo conhecimento. Neste trabalho será abordada a Aprendizagem Baseada em Problemas, comumente conhecida como PBL (*Problem-Based Learning*), em contraste com o modelo convencional de ensino, aqui entendido como utilizando fundamentalmente aulas expositivas para introduzir o conteúdo aos alunos, a fim de comparar tanto o aprendizado do discente quanto o desenvolvimento de competências e habilidades tais quais comunicação oral e escrita, trabalho em equipe, liderança, ética, responsabilidade com o meio ambiente e social, entre outros.

## 1.1 Objetivos do trabalho

O objetivo principal deste trabalho é contribuir para a resposta do grande questionamento: “A metodologia de ensino Aprendizagem Baseada em Problemas é uma ferramenta eficiente e eficaz capaz de atender às demandas de competências e atitudes requeridas pelas novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia?”. Entende-se a ferramenta como eficiente quando da sua utilização em sala de aula sem acarretar aumento de carga horária. Compreende-se-a como eficaz quando o conhecimento adquirido com a sua utilização é igual ou superior ao proporcionado sem ela.

Como objetivos específicos, pretende-se comparar a aula expositiva e o PBL tanto no que diz respeito ao aprendizado adquirido quanto ao desenvolvimento de habilidades e atitudes especificadas na Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Também, aferir o esforço necessário para adaptar o material pensado para uma aula expositiva em um material a ser utilizado com a metodologia PBL, além de avaliar o uso de celulares e

*smartphones* como instrumentos de auxílio pedagógico ao longo do aprendizado em sala de aula.

## 1.2 Escopo do trabalho

Depois de selecionados voluntários aptos a participarem da pesquisa, duas turmas foram formadas e a cada uma foi ministrada uma aula expositiva e uma aula no modelo PBL. Os conteúdos abordados pertencem à súmula da cadeira Diagnóstico e Controle de Impacto Ambiental, presente nos currículos de Engenharia Ambiental, Engenharia Civil e Engenharia Hídrica da UFRGS.

Como o intuito do experimento foi avaliar somente a metodologia de ensino aplicada a uma aula, fez-se necessário manter todo o mais constante. A professora ministrante de ambas aulas foi a mesma e todas as aulas se passaram no mesmo ambiente e contaram com igual tempo disponível. Além do mais, nenhum voluntário estava cursando ou já havia cursado a cadeira de Diagnóstico e Controle de Impacto Ambiental, garantindo, assim, que todos estivessem em patamar semelhante de conhecimento a respeito do tema percorrido.

Para coleta e análise de dados, todos os voluntários realizaram dois questionários ao final de cada aula, um com o intuito de avaliar o conteúdo aprendido e outro, a percepção dos discentes sobre a metodologia a que estiveram submetidos. Não houve intenção de avaliar ou discutir métodos avaliativos, portanto utilizou-se um questionário simples sobre o conteúdo abordado para a avaliação do aprendizado.

## 1.3 Delineamento do trabalho

Este texto está organizado de maneira a proporcionar ao leitor um entendimento progressivo e contextualizado dos temas abordados no trabalho para, em seguida, o levar às salas de aula onde sucedeu o experimento, encerrando a leitura com a bagagem adquirida ao longo deste projeto.

Para tanto, o Capítulo 2, Novas Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia, visa colocar o leitor a par do conceito de diretrizes curriculares nacionais, das alterações sugeridas e aprovadas para as DCN dos cursos de engenharia e introduzir como a metodologia ativa de ensino PBL se insere nesta conjuntura.

Em seguida, apresenta-se o PBL no Capítulo 3, Aprendizagem Baseada em Problema, buscando apreciar todos os seus pormenores, mesmo que brevemente, com base naquilo já registrado na literatura.

O Capítulo 4, Estudo de Caso, descreve a concepção e as etapas que guiaram a pesquisa e o Capítulo 5, Resultados e Discussões, trás o que se pôde conceber durante



e após o experimento, enquanto o Capítulo 6, Conclusões e Recomendações, aborda as considerações finais sobre os resultados obtidos, bem como sugere ideias de novos trabalhos que possam complementar ou dar seguimento a este.

## 2 NOVAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS DE ENGENHARIA

Estabelecidas pela primeira vez em 1996 pela Lei 9.394, as diretrizes curriculares nacionais estabelecem normas orientadoras da educação no Brasil, definidas desde a educação infantil até os cursos de ensino superior.

As Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia datam do ano de 2001 (BRASIL, 2001) e, desde então, reforçam a importância da formação não somente teórica do engenheiro, mas também de suas competências:

As tendências atuais vêm indicando na direção de cursos de graduação com estruturas flexíveis, permitindo que o futuro profissional a ser formado tenha opções de áreas de conhecimento e atuação, articulação permanente com o campo de atuação do profissional, base filosófica com enfoque na competência, abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na síntese e na transdisciplinaridade, preocupação com a valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política do profissional, possibilidade de articulação direta com a pós-graduação e forte vinculação entre teoria e prática.

A proposta de novas DCN para os cursos de engenharia, relatada por Antônio de Araújo Freitas Júnior e posteriormente aprovada em janeiro de 2019, evidencia as competências como parte essencial do currículo do engenheiro e propõe alterações para que aquelas sejam cumpridas, sugerindo sua ocorrência concomitante à assimilação dos conteúdos (BRASIL, 2019).

Com a aprovação das novas DCN, espera-se elevar a qualidade do ensino e dos futuros profissionais engenheiros; flexibilizar a a estruturação dos cursos (apartando a obrigatoriedade da carga horária mínima e proporção de conteúdos de base e específicos, por exemplo) e diminuir as altas taxas de evasão dos cursos de engenharia. Tais mudanças coincidem com a expectativa tanto da comunidade acadêmica quanto do mercado de trabalho e da sociedade.

A fim de formar profissionais comprometidos com a comunidade a que pertencem, a atualização das DCN ocasionou a consequente atualização do perfil de egresso a ser desenvolvido pelos Projetos Pedagógicos dos Cursos, os quais devem considerar, entre outros, comunicação eficaz nas formas escrita, gráfica e oral, trabalho em equipe; liderança e aprendizagem de forma autônoma.

Destacando a importância do processo de aprendizagem (como se aprende) além do conteúdo (o que se aprende), as novas DCN consideram os vários tipos de aprender: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser. Em tal

contexto, é inevitável não considerar as metodologias ativas de ensino-aprendizagem, em evidência a Aprendizagem Baseada em Problemas, como ferramentas para atingir as novas metas.

## 3 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Em sua forma mais sucinta de expressão, o PBL busca o desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal do discente através de um problema da vida real (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014), promovendo a integração do “saber que” com o “saber como”, a cooperação e a vida em sociedade (MARGETSON, 1997).

Diferentemente do modelo tradicional onde as aulas expositivas focam seus esforços na transmissão de conhecimentos do docente ao discente apresentando o conteúdo em sua forma final, o PBL procura envolver o aluno na busca pelo saber enquanto o professor atua como mediador do caminho a ser percorrido durante essa investigação, estimulando o pensar e o desenvolvimento do tema em questão através de perguntas sem oferecer a solução do problema (MENNIN et al., 2003).

Enquanto o ensino convencional apresenta o conceito e depois o aplica em uma situação concreta ou hipotética, o PBL parte confrontando os alunos com um problema de fim aberto e qualitativo (DUCH, 1996) - o qual deve ser o mais fiel possível à realidade - e solicita aos discentes que o resolvam com os conhecimentos prévios que possuem (FILHO; RIBEIRO, 2019). Neste sentido, o papel do docente vem a ser formular o melhor problema para apresentar a turma, tendo bem definidos o histórico da classe com a qual está trabalhando e o conceito que gostaria de passar, estando à disposição para eventuais dúvidas e prestando atenção no caminho que os alunos estão percorrendo para não os deixar fugir do propósito do problema nem se desviar da direção apropriada que os levará às possíveis soluções ao que lhes foi apresentado (LEITE; AFONSO, 2001).

Algumas modificações ocorreram durante a propagação desta metodologia e, principalmente no mundo da engenharia, muitas vezes é encontrado o termo Aprendizagem Baseada em Projeto. Ribeiro (2008) chama atenção aos formatos e abordagens alternativas ao modelo PBL originalmente idealizado e afirma que para ser considerada Aprendizagem Baseada em Problemas existem algumas premissas básicas que precisam ser cumpridas:

- I. Um problema da vida real, cuja solução deve seguir um processo formal, precede o conceito teórico;
- II. Os alunos trabalham em grupos;
- III. Os alunos têm autonomia nos estudos;
- IV. Idealmente propicia a interdisciplinaridade.

### 3.1 Histórico

Idealizado inicialmente para atender às necessidades de ensino da área de saúde, mais especificamente da escola de medicina McMaster da província de Ontário no Canadá, o PBL tem como principal motivação formar profissionais aptos a utilizar e integrar os conteúdos teóricos concebidos na graduação à prática cotidiana (BARROWS, 1996).

A administração e os docentes da escola constataram que estavam formando profissionais incapazes de aplicar os conceitos estudados, com poucas habilidades e atitudes profissionais desejáveis à prática (RIBEIRO, 2008). O reitor vigente em 1965, John Evans, compreendia que a inovação vai de encontro à tradição e tinha a motivação necessária para mudar a maneira como a medicina estava sendo ensinada. Desta forma, com o auxílio de mais quatro médicos - que juntos formaram o Comitê de Educação de McMaster - partiu à procura de mudanças no processo ensino-aprendizagem implementado por sua escola mas sem certeza de quais seriam elas (BRANDA, 2009).

Para fechar a lacuna identificada na formação dos egressos, o Comitê tinha como objetivo desenvolver em seus alunos habilidade de resolver casos médicos aplicando adequadamente informações e conteúdos conceituais. Explorou as metodologias alternativas empregadas na época e os dois modelos que mais os chamou atenção foram o método de estudo de casos da Harvard Business School, nos Estados Unidos, que envolvia pequenos grupos discutindo casos práticos e o modelo utilizado pela Faculdade de Medicina da Case Western Reserve University de Ohio, também nos Estados Unidos, cuja aplicação envolvia interdisciplinaridade, menor número de discentes, maior número de disciplinas optativas e controle curricular feito por comissões temáticas (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014).

Assim, após muita busca por métodos inovadores de ensino-aprendizagem, o Comitê formulou o que conhecemos hoje por Aprendizagem Baseada em Problemas (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014) e parece não haver limites quando se fala do emprego desta metodologia às áreas de conhecimento, pois apesar de ter origem focada nas ciências da saúde, desde a década de 70 vem sendo empregada em diversas universidades do mundo, inclusive no Brasil, também em outras áreas como engenharia, pedagogia e administração (RIBEIRO, 2008).

### 3.2 Método

A literatura entende o processo de aplicação do PBL através ciclos, sendo que alguns autores o subdividem em mais passos; outros, em menos. Aqui será apresentada a divisão retratada por Ribeiro (2007):

Passo I: Apresentação de um problema real aos alunos que, divididos em equipes, definem-o, organizam suas ideias e tentam solucioná-lo com seu conhecimento prévio;

Passo II: Tutorados pelo professor, os discentes levantam hipóteses e questões sobre os aspectos do problema que não compreenderam. Este passo é uma oportunidade para trazer à luz e encaminhar ou esclarecer conceitos deficientes e equivocados;

Passo III: O grupo planeja a investigação dessas questões (quais pontos serão priorizados, quem irá pesquisá-los, etc.) que posteriormente devem ser partilhadas;

Passo IV: Os alunos integram o conhecimento adquirido ao contexto do problema, passo em que se podem encontrar novas questões a serem definidas, podendo levar os discentes a retomarem o passo III;

Passo V: Os discentes entregam o trabalho (o qual deve ser um produto concreto como relatório, projeto, planta, etc.) e avaliam a si mesmos e seus pares, a fim de desenvolverem auto-avaliação e também a avaliação construtiva de colegas.

Cabe enfatizar quantas vezes for necessário a importância da definição do problema, meio pelo o qual o conhecimento tomará forma em uma aprendizagem PBL (RIBEIRO, 2008). Para Dewey (1959), o problema se deve apresentar de maneira a despertar no sujeito a observação, provocando a curiosidade e viabilizando múltiplos questionamentos e possibilidades sem se ater à finalidade única de doutrinar determinado conteúdo, mas acender a chama das reflexões, do pensamento e da análise do fato. Para isto, é necessária atenção ao histórico da turma, considerando-se os níveis intelectuais e emocionais já alcançados pelos alunos, desafiando-o sem os frustrar (FILHO; RIBEIRO, 2019).

Apesar disto, não basta pensar o problema apenas pelas especificações e conceitos que nele devem estar contidos, deve-se atentar às limitações do contexto educacional em que está inserido, tais quais os recursos disponíveis, sejam eles materiais, humanos ou locais e o prazo para aplicação e resolução do caso em estudo. Ademais, quando se fala em Aprendizagem Baseada em Problemas num contexto de ensino em engenharia, o problema deve ser de fim aberto, ou seja, assim como ocorre diversas vezes na vida profissional do engenheiro, várias respostas igualmente válidas permeiam a mesma questão, ainda que uma alternativa seja considerada melhor (RIBEIRO, 2008). Quanto maior a ambiguidade, maior a oportunidade de os alunos se engajarem em um processo reiterativo de reflexão, definição, coleta de informações, análise e redefinição do problema e desenvolverem habilidades de solução de problemas e estudo autônomo (FILHO; RIBEIRO, 2019).

Ao final do processo deverá haver uma verificação, envolvendo professor e alunos, do problema inicialmente formulado, conferindo se o mesmo fora solucionados e os conhecimentos adquiridos (LEITE; AFONSO, 2001). Uma vez que o problema precede a apresentação do conceito (FILHO; RIBEIRO, 2019) e nesta etapa do processo o problema

já aconteceu, neste momento poder-se-á usar, inclusive, da aula expositiva para certificar a compreensão do tema (TOMAZ, 2001).

Neste sentido, o debate se mostra uma ferramenta influente no contexto PBL tanto no momento de apresentar o problema a ser trabalhado quanto após o problema ter sido solucionado pelos alunos. A definição do problema é “relevante na medida em que se sabe que muitos profissionais não sabem solucionar problemas porque não conseguem defini-los” (RIBEIRO, 2008). Já a conversa ou apresentação ao final do processo, garante um aprendizado mais completo ao aluno.

### 3.2.1 O papel da IES

Muito se fala no papel do docente no ensino e pouco se considera o papel e a cultura desempenhados pelas Instituições de Ensino no processo de construção do conhecimento. Ribeiro (2007) trás essa reflexão de maneira deveras completa em seu livro “Radiografia de uma aula em engenharia” e este subcapítulo está quase que em sua totalidade baseado nesta percepção, com algumas contribuições devidamente especificadas.

Muitas são as razões encontradas para a persistência do modelo convencional no ensino em engenharia, começando pela longevidade das universidades à qual pode ser atribuída o seu conservadorismo. Para Becker (1999), a IES “entende a produção e a transmissão de conhecimento apenas como conteúdo e não como forma, estrutura e metodologia”.

Tal conservadorismo é ainda mais presente quando se fala do setor público, cujas instituições de ensino têm sua qualidade reconhecida pelas avaliações do Ministério da Educação (MEC) ano após ano (FOLHA, 2019), o que justifica a cautela ao pensar iniciativas mais disruptivas, pela responsabilidade institucional com a formação de seus alunos.

Com o prestígio obtido pela ciência em meados do Século XX, o ensino em engenharia voltou seus esforços para a pesquisa e basta uma rápida passagem pelo plano de carreira oferecido pelas IES para ver que esta cultura se perpetua. Um local onde o bom desempenho do docente ao lecionar não resulta em ganho algum para o mesmo, sendo as pesquisas e publicações o grande marco da carreira dos professores.

Cabe ressaltar aqui a importância do desenvolvimento da pesquisa e tecnologia dentro das universidades, espaço intelectual e fisicamente apropriado ao progresso da ciência. Não é à toa a existência dos três pilares da Universidade: ensino, extensão e pesquisa. O texto não tem por objetivo diminuir sua importância e sim enfatizar o descaso com a base “ensino”, pouco visto aos olhos institucionais.

### 3.2.2 O papel do docente

A adoção de uma metodologia ativa como o PBL exige não apenas uma transformação nos processos culturais, procedimentais e educacionais das instituições como uma mudança no papel dos docentes e discentes tal qual estamos familiarizados hoje (RIBEIRO, 2008). Cyrino e Toralles-Pereira (2004) assinalam o valor do “trabalho criativo do professor que estará preocupado não só com o ‘que’, mas, essencialmente, com o ‘por que’ e o ‘como’ o estudante aprende.”

Neste ponto se torna evidente o despreparo da maioria dos professores de graduação em engenharia, cuja capacitação não envolve a formação para o magistério superior, tampouco a gestão acadêmica, seja visando a organização do curso, seja nas atividades a serem desenvolvidas para atender às necessidades de formação (BRASIL, 2019). Para Kember (1997) a capacitação de professores deveria ser capaz de envolvê-los no juízo do ensino concebido como a facilitação da aprendizagem dos alunos, resultando na compreensão em vez da memorização dos conhecimentos. Em uma situação ideal em que o professor é capacitado pedagogicamente antes de adentrar o meio acadêmico de ensino, as barreiras à mudança e à qualificação educativa diminuem consideravelmente.

A primeira tarefa importante do professor que pretende aplicar a metodologia PBL é a idealização do problema (podendo ser mais de um) que contenha todos os conteúdos estipulados por currículo (LEITE; AFONSO, 2001), típico da vida real, condizente com a etapa da turma e relevante ao futuro mercado atuante do aluno, considerando variáveis sociais e ambientais inerentes ao contexto profissional (RIBEIRO, 2008).

Depois, no cenário de resolução do problema, a função do docente se torna estimular o pensamento crítico e o autoaprendizado dos discentes, orientando-os para que mantenham a direção à solução e evitem desvios de foco. As intervenções devem ter por objetivo estimular o grupo a pensar crítica e profundamente, com questionamentos visando auxiliar os estudantes a descobrirem possíveis erros de informação e a seguirem a direção correta.

Também cabe ao professor garantir que seus alunos tenham acesso à informação mínima necessária, seja pelos conhecimentos prévios, pelo estímulo à busca e identificação da informação relevante (LEITE; AFONSO, 2001), por material disponibilizado e/ou indicado ou mesmo pela exposição de informações importantes, provendo-os de informação sempre que sentirem dificuldades em avançar etapas (TOMAZ, 2001).

Ainda, ao final do processo vem a responsabilidade de verificar o conhecimento adquirido pelos discentes durante o desenvolvimento da aprendizagem, conferindo se os problemas inicialmente apresentados foram solucionados de maneira adequada e apresentando a síntese final dos conhecimentos (LEITE; AFONSO, 2001). Segundo Ribeiro (2007) esta é uma fase que desperta certo desconforto nos professores, uma vez que é mais difícil fazer uma avaliação individual dos alunos que trabalharam em grupo, por isso



a importância do acompanhamento e envolvimento do docente durante a resolução do problema, e do desenvolvimento da auto-avaliação e a avaliação construtiva dos colegas ao final do procedimento.

### 3.3 Possibilidades e vantagens

Antes de abordar as vantagens e desvantagens do método, cabe ressaltar o que Zeichner, Tabachnick e Densmore (1987) trazem à consciência: o modo como uma aula ocorre depende de algumas variáveis como as características da instituição, sua cultura e o professor ministrante, além de haver a “necessidade de se admitir que cada um aprende do seu modo, não igualmente com o outro” (NETO et al., 2014). Assim se conclui não haver uma única maneira de ensinar, não sendo o PBL uma metodologia soberana possível de ser aplicada a qualquer ensino e contexto (RIBEIRO, 2008).

Com as transformações no ensino em engenharia estabelecidas pelas novas DCN, a principal vantagem do PBL é ser uma ferramenta de resposta rápida às exigências de perfil de egresso devido à relativa facilidade em pensar ou repensar um problema (RIBEIRO, 2008). Tal resposta se reflete nas competências e atitudes tais como trabalho em grupo, comunicação oral e escrita, resolução de problemas e atitudes de responsabilidade profissional e social, adaptabilidade e disposição para a aprendizagem contínua e autônoma, o que pode ser inserido no ensino sem estender ou sobrecarregar as cargas horárias já rigorosas.

Outro ponto positivo importante a ser ressaltado é a motivação que o PBL desperta no discente. Em seu livro “O jeito Harvard de ser feliz”, Achor (2012) descreve o futuro de duas universitárias que ingressam com a mesma motivação em Harvard e já no primeiro mês fazem muitos amigos. Entretanto, conforme os exames se aproximam, uma prefere estudar de maneira individual e silenciosa e a outra forma grupos de estudos. Acaba que aquela cuja preferencia se dá pelo estudo individual acaba sucumbindo à pressão e desejando uma instituição menos competitiva, enquanto a outra estava feliz e apresentando excelente desempenho no seu curso. A motivação despertada pelo PBL, seja pelo trabalho coletivo, pela curiosidade despertada pelo problema, ou mesmo pela transformação pessoal através do desenvolvimento das competências já apresentadas, contribui para outro parâmetro apontado na concepção das novas DCN, a diminuição da evasão de alunos (RIBEIRO, 2008).

Para Powell (2000), o PBL fomenta o diálogo entre o corpo docente sobre as questões educacionais quando da concepção dos projetos, favorecendo assim o compartilhamento de experiência entre diferentes departamentos.

Em tempo, apesar de alguns estudos demonstrarem que o desempenho conceitual dos discentes submetidos à essa metodologia é igual ou pior aos de currículo convencional,

as pesquisas sobre o PBL apontam que estes mesmos discentes desenvolvem melhores hábitos de estudos uma vez que não se atêm a memorizar o conteúdo em estudo e sim o entender para o aplicar (RIBEIRO, 2008), o que se traduz em um aprendizado mais significativo e duradouro (RIBEIRO et al., 2005).

### 3.4 Limitações e desvantagens

Além de todas as barreiras institucionais já expostas no item 3.2.1 como conservadorismo enraizado e falta de incentivo ao investimento dos docentes em aprimoramento pedagógico, outras desvantagens e limitações são concordância na literatura.

O empecilho inicia com a mudança. É sabido o conforto e segurança que o ser humano deposita naquilo que ele domina e como resiste à mudança, mesmo àquelas vindas notoriamente para o melhor, e o PBL pressupõe novas ações e maiores responsabilidades tanto do corpo docente como do discente, exigindo-lhes inovação em seus modos de viver o aprendizado (SOUZA; DOURADO, 2015).

Para o corpo docente esta mudança é ainda mais marcante ao por em prova seus conhecimentos enquanto lhe exige flexibilidade. Pela interdisciplinaridade esperada em um modelo ideal, onde o problema é de fim aberto, dúvidas além da especialidade do tutor podem ser levantadas e não se pode contar com a humildade do homem em reconhecer o próprio desconhecimento, especialmente ao se tratar com profissionais cujo ofício é baseado no domínio do saber (RIBEIRO, 2008).

Ainda sobre os bloqueios docentes, muito se discorre sobre a dificuldade encontrada para apropriar nota individual aos membros do grupo e, somado, o corpo discente não está acostumado à autoavaliação e à avaliação de colegas, podendo inibir ou enviesar seus reais julgamentos visando o não prejuízo dos conceitos finais próprios e de outrem (MARGETSON, 1997).

Powell (2000) coloca a dificuldade em motivar os alunos a aprenderem matérias básicas e sua consequente imprecisão de conhecimento quando se trata de teorias mais avançadas. Como a aprendizagem não ocorre pela memorização, pode haver um entendimento funcional e incapacidade de nomear certos conceitos, quadro agravado pelo histórico tradicional dos alunos treinados à memorização para atingir performance suficiente nas avaliações. Nada obstante, muitos autores concordam ser “mais vantajoso ensinar o aluno a aprender do que arriscar transmitir-lhe todos os conceitos e esperar que ele os incorpore à prática no futuro” (RIBEIRO, 2008).

Pensando-se no PBL como currículo, administrado ao longo de disciplinas (neste contexto mais favorecida a nomenclatura “*Project-Based Learning*” ou “Aprendizagem Baseada em Projetos”), a maior contestação advinda dos estudantes é a respeito do

aumento de carga horária, o que vai de encontro às novas DCN. Mesmo o acréscimo de tempo demandado pelos discentes não sendo conclusivo, a dedicação exigida pelo docente o é, o qual acaba se devotando menos às atividades acadêmicas mais valorizadas, como a pesquisa (RIBEIRO, 2008).

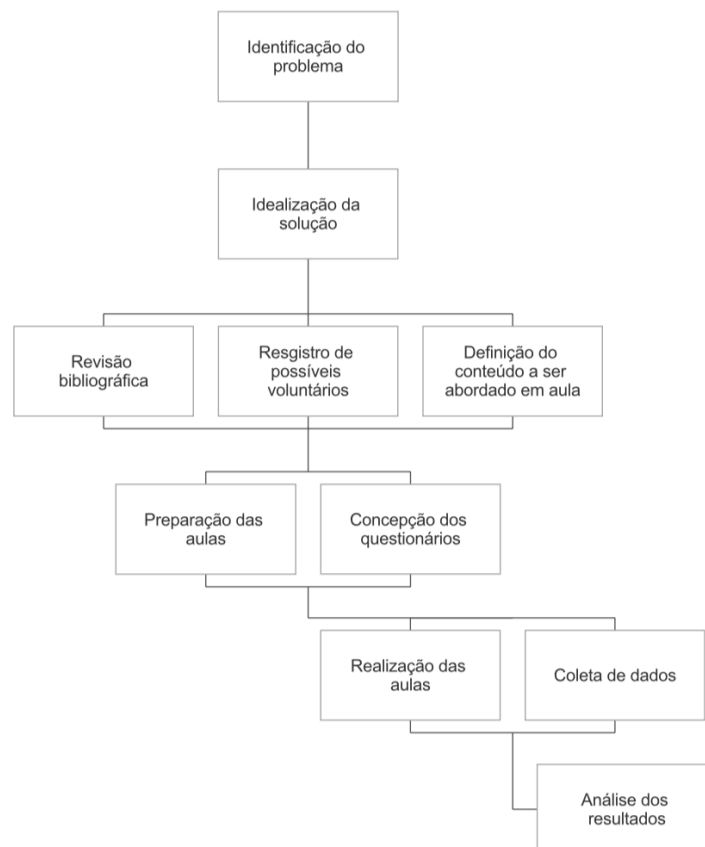
Ainda em tempo, pode-se afirmar que as IES, em geral, não possuem espaço físico apropriado a inovações na forma de ensino. Sendo as carteiras normalmente fixas e enfileiradas, dificulta-se um rearranjo para a realização de atividades pedagógicas variadas da exposição de conteúdo (RIBEIRO, 2007).

## 4 ESTUDO DE CASO

Filho e Ribeiro (2019) experimentaram o que chamaram de PBL parcial, visto que fora implementado em disciplinas isoladas dentro um currículo convencional. Na bibliografia consultada, este foi o único exemplo de aplicação do PBL em um único período de aula. Especialmente quando se fala na utilização desta metodologia aplicada aos cursos de engenharia, a tendência é compreendê-la ao longo de toda uma disciplina (RIBEIRO, 2008) a qual, por sua vez, prevê em sùmula o desenvolvimento de um projeto, oportunizando a aplicabilidade do PBL.

A pesquisa ora apresentada trabalhou com a transformação de uma aula expositiva em uma aula baseada em problemas. Para tanto, aplicou-se em dois conteúdos auto-contidos as duas metodologias em duas turmas diferentes dentro de uma mesma carga horária máxima de duas horas. As etapas para o desenvolvimento deste trabalho estão resumidos no fluxograma representando na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das etapas de desenvolvimento do trabalho



Fonte: A autora

A aula expositiva é retratada neste trabalho com a intenção de representar o cenário mais tradicional do ensino de engenharia no Brasil. Desta forma, ao abordar um mesmo conteúdo através da metodologia expositiva e da metodologia ativa baseada em problemas, espera-se identificar os pontos fortes e fracos desta em relação àquela.

Os conteúdos abordados nas aulas compõem a disciplina de Diagnóstico e Controle de Impactos Ambientais oferecida pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul aos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia Civil e Engenharia Hídrica. A fim de aumentar a população amostral, para que não houvesse restrição de engenharias aptas a participarem do experimento, selecionaram-se dois conteúdos cujo pré-requisito era dispensável. São eles:

1. Interpretação da Resolução CONAMA n<sup>o</sup> 396 de 2008 e da Resolução CONAMA n<sup>o</sup> 420 de 2009;
2. Rito de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impactos ao Meio Ambiente (EIA-RIMA).

Além dos conteúdos selecionados contemplarem todos os estudantes de engenharia, atentou-se para que os mesmos estivessem bem delimitados de forma a serem totalmente abrangidos no espaço-tempo de duas horas. “Os contornos do problema no PBL são dados tanto pelas especificações nele contidas quanto pelas limitações do contexto educacional (e.g., tempo, recursos materiais e humanos)” (RIBEIRO, 2008). Tal delimitação se mostrou essencial para a condução dos discentes aos conceitos desenvolvidos durante a experiência.

Com o propósito de isolar os objetos de estudo, aula expositiva e aula baseada em problema, os dois roteiros contaram com iguais ministrante (a autora), carga horária máxima (duas horas) e material disponível aos alunos. Além disso, as soluções propostas aos problemas conduzidos nas aulas PBL foram apresentadas nas aulas expositivas.

Para composição das turmas, disponibilizou-se um formulário *online* (Apêndice A) para o voluntariado dos interessados em participar da pesquisa. Dispondo das informações de curso e do Índice 3 (I3: média harmônica dos valores atribuídos aos conceitos obtidos pelo aluno em todas as disciplinas do seu currículo) de cada voluntário, os mesmos foram arranjados em duas turmas, Turma A (Tabela 1) e Turma B (Tabela 2).

Ponderando a disponibilidade dos alunos, prezou-se por distribuí-los de maneira a equilibrar o número de participantes por curso e manter média e desvio padrão do I3 equivalentes em ambas as turmas.

Tabela 1 – Expectativa de voluntários - Turma A

Turma A	Curso	I3
Voluntário 1	Engenharia Ambiental	7,6
Voluntário 2	Engenharia Ambiental	6,6
Voluntário 3	Engenharia Ambiental	6,0
Voluntário 4	Engenharia Ambiental	7,0
Voluntário 5	Engenharia Civil	6,9
Voluntário 6	Engenharia Civil	9,0
Voluntário 7	Engenharia Civil	7,5
Voluntário 8	Engenharia Civil	6,9
Voluntário 9	Engenharia Civil	5,8
Voluntário 10	Engenharia Civil	6,9
Voluntário 11	Engenharia Civil	7,2
Voluntário 12	Engenharia Civil	4,9
Voluntário 13	Engenharia de Alimentos	4,7
Voluntário 14	Engenharia de Controle e Automação	7,7
Voluntário 15	Engenharia de Controle e Automação	8,9
Voluntário 16	Engenharia de Controle e Automação	6,9
Voluntário 17	Engenharia de Materiais	6,7
Voluntário 18	Engenharia Elétrica	8,9
Voluntário 19	Engenharia Química	7,0
Voluntário 20	Engenharia Química	7,2
Total de voluntários		20
Média I3		7,01
Desvio Padrão I3		1,12
Coeficiente de variação do I3		6,29%
Aula 1 - Expositiva - Resoluções CONAMA		31/10
Aula 3 - PBL - EIA-RIMA		07/11

Fonte: A autora

Tabela 2 – Expectativa de voluntários - Turma B

Turma B	Curso	I3
Voluntário 21	Engenharia Ambiental	7,7
Voluntário 22	Engenharia Ambiental	-
Voluntário 23	Engenharia Ambiental	7,6
Voluntário 24	Engenharia Ambiental	5,6
Voluntário 25	Engenharia Civil	7,4
Voluntário 26	Engenharia Civil	9,2
Voluntário 27	Engenharia Civil	7,8
Voluntário 28	Engenharia Civil	8,4
Voluntário 29	Engenharia Civil	7,2
Voluntário 30	Engenharia Civil	5,8
Voluntário 31	Engenharia de Computação	5,9
Voluntário 32	Engenharia de Controle e Automação	6,2
Voluntário 33	Engenharia de Energia	5,5
Voluntário 34	Engenharia de Minas	5,3
Voluntário 35	Engenharia Elétrica	9,6
Voluntário 36	Engenharia Elétrica	5,54
Voluntário 37	Engenharia Mecânica	7,7
Voluntário 38	Engenharia Química	7,8
Voluntário 39	Engenharia Química	8
Voluntário 40	Engenharia Química	5,9
Total de voluntários		20
Média I3		7,06
Desvio Padrão I3		1,28
Coeficiente de variação do I3		5,53%
Aula 2 – PBL - Resoluções CONAMA		01/11
Aula 4 – Expositiva - EIA-RIMA		08/11

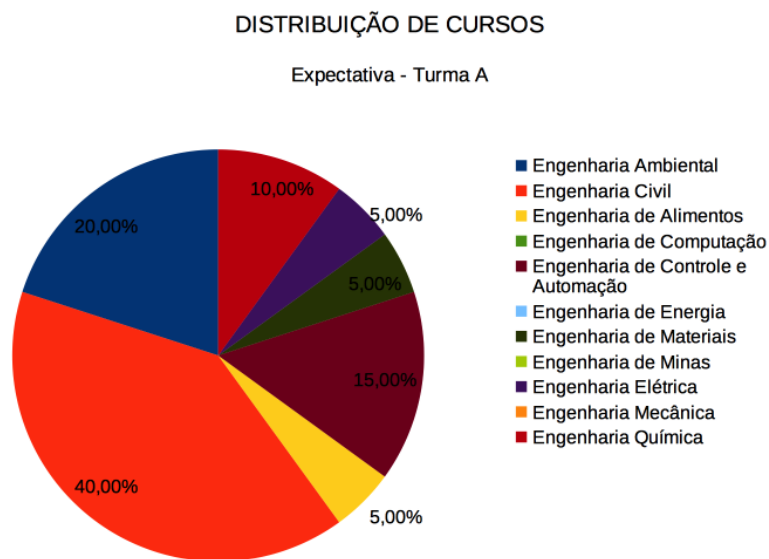
Fonte: A autora

Todos os voluntários participantes da pesquisa têm sua identidade preservada e são referidos como “Voluntário X”, sem diferenciação de gênero, onde “X” é um numeral variante de 1 a 40.

O Voluntário 22, embora solicitado, não forneceu o valor de seu I3.

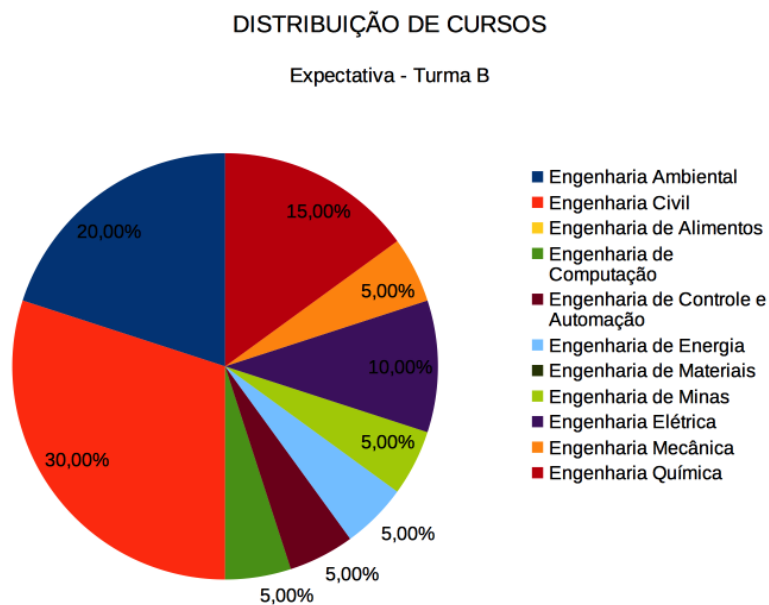
Com a repartição planejada, a distribuição de cursos por turma teria como resultado o exposto nas figuras 1 e 2.

Figura 2 – Expectativa de distribuição de cursos - Turma A



Fonte: A autora

Figura 3 – Expectativa de distribuição de cursos - Turma B



Fonte: A autora



As diferenças apresentadas nas distribuições dos cursos de cada turma podem ser atribuídas à disponibilidade de horários informada por cada voluntário, grande fator limitador desta divisão.

Entretanto, apesar da composição das turmas ocorrer somente após confirmação direta de cada voluntário com a autora, houve ausências em ambas turmas, sendo a Turma A a de maior perda, conforme indicado nas tabelas 3 a 6.

Tabela 3 – Voluntários presentes no dia 31/10/2019

Turma A	Curso	I3
Voluntário 1	Engenharia Ambiental	7,6
Voluntário 2	Engenharia Ambiental	6,6
Voluntário 3	Engenharia Ambiental	6,0
Voluntário 5	Engenharia Civil	6,9
Voluntário 6	Engenharia Civil	9,0
Voluntário 9	Engenharia Civil	5,8
Voluntário 10	Engenharia Civil	6,9
Voluntário 11	Engenharia Civil	7,2
Voluntário 13	Engenharia de Alimentos	4,7
Voluntário 15	Engenharia de Controle e Automação	8,9
Voluntário 16	Engenharia de Controle e Automação	6,9
Voluntário 18	Engenharia Elétrica	8,9
Voluntário 19	Engenharia Química	7,0
Voluntário 26	Engenharia Civil	9,2
Total de voluntários		14
Média I3		7,25
Desvio Padrão I3		1,30
Coeficiente de variação do I3		5,59
Aula 1 – Expositiva - Resoluções CONAMA		31/10

Fonte: A autora

Tabela 4 – Voluntários presentes no dia 01/11/2019

Turma B	Curso	I3
Voluntário 21	Engenharia Ambiental	7,7
Voluntário 23	Engenharia Ambiental	7,6
Voluntário 24	Engenharia Ambiental	5,6
Voluntário 25	Engenharia Civil	7,4
Voluntário 27	Engenharia Civil	7,8
Voluntário 28	Engenharia Civil	8,4
Voluntário 29	Engenharia Civil	7,2
Voluntário 30	Engenharia Civil	5,8
Voluntário 31	Engenharia de Computação	5,9
Voluntário 32	Engenharia de Controle e Automação	6,2
Voluntário 33	Engenharia de Energia	5,5
Voluntário 17	Engenharia de Materiais	6,7
Voluntário 34	Engenharia de Minas	5,3
Voluntário 35	Engenharia Elétrica	9,6
Voluntário 36	Engenharia Elétrica	5,5
Voluntário 37	Engenharia Mecânica	7,7
Voluntário 38	Engenharia Química	7,8
Voluntário 40	Engenharia Química	5,9
Total de voluntários		18
Média I3		6,87
Desvio Padrão I3		1,18
Coeficiente de variação do I3		5,82
Aula 2 – PBL - Resoluções CONAMA		01/11

Fonte: A autora

Tabela 5 – Voluntários presentes no dia 07/11/2019

Turma A	Curso	I3
Voluntário 1	Engenharia Ambiental	7,6
Voluntário 6	Engenharia Civil	9,0
Voluntário 10	Engenharia Civil	6,9
Voluntário 11	Engenharia Civil	7,2
Voluntário 13	Engenharia de Alimentos	4,7
Voluntário 14	Engenharia de Controle e Automação	7,7
Voluntário 15	Engenharia de Controle e Automação	8,9
Voluntário 16	Engenharia de Controle e Automação	6,9
Voluntário 18	Engenharia Elétrica	8,9
Voluntário 19	Engenharia Química	7,0
Total de voluntários		10
Média I3		7,48
Desvio Padrão I3		1,23
Coeficiente de variação do I3		6,05
Aula 3 - PBL - EIA-RIMA		07/11

Fonte: A autora

Tabela 6 – Voluntários presentes no dia 08/11/2019

Turma B	Curso	I3
Voluntário 21	Engenharia Ambiental	7,7
Voluntário 23	Engenharia Ambiental	7,6
Voluntário 24	Engenharia Ambiental	5,6
Voluntário 25	Engenharia Civil	7,4
Voluntário 27	Engenharia Civil	7,8
Voluntário 28	Engenharia Civil	8,4
Voluntário 29	Engenharia Civil	7,2
Voluntário 30	Engenharia Civil	5,8
Voluntário 31	Engenharia de Computação	5,9
Voluntário 32	Engenharia de Controle e Automação	6,2
Voluntário 33	Engenharia de Energia	5,5
Voluntário 17	Engenharia de Materiais	6,7
Voluntário 34	Engenharia de Minas	5,3
Voluntário 35	Engenharia Elétrica	9,6
Voluntário 36	Engenharia Elétrica	5,5
Voluntário 37	Engenharia Mecânica	7,7
Voluntário 38	Engenharia Química	7,8
Voluntário 40	Engenharia Química	5,9
Total de voluntários		17
Média I3		6,88
Desvio Padrão I3		1,21
Coeficiente de variação do I3		5,67
Aula 4 – Expositiva – EIA-RIMA		08/11

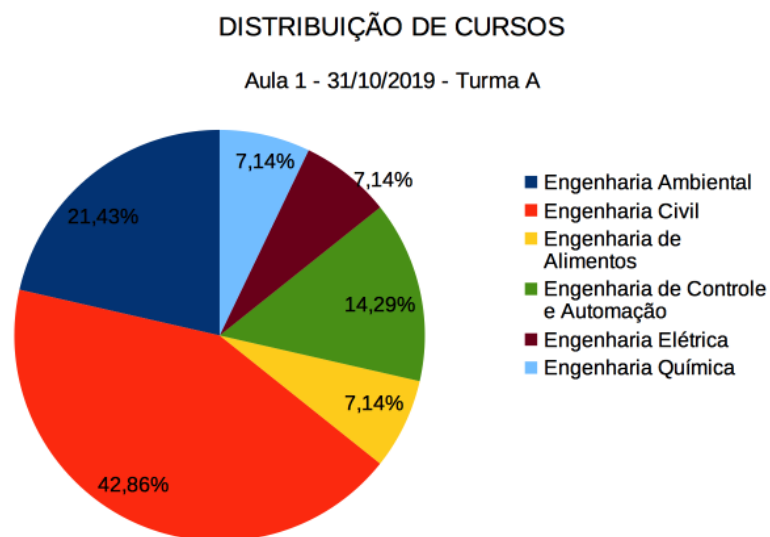
Fonte: A autora

É perceptível o grande índice de abstenção da Turma A, o qual chegou a 50% na segunda semana de experiência.

O voluntário 22, cujo índice 3 não foi informado, não compareceu a nenhum dia de experiência. Os voluntários 17 e 26, além de mudarem de turma, fizeram-se presentes em apenas um dia bem como os voluntários 2, 3, 5, 9 e 14, acarretando mudanças internas nas turmas.

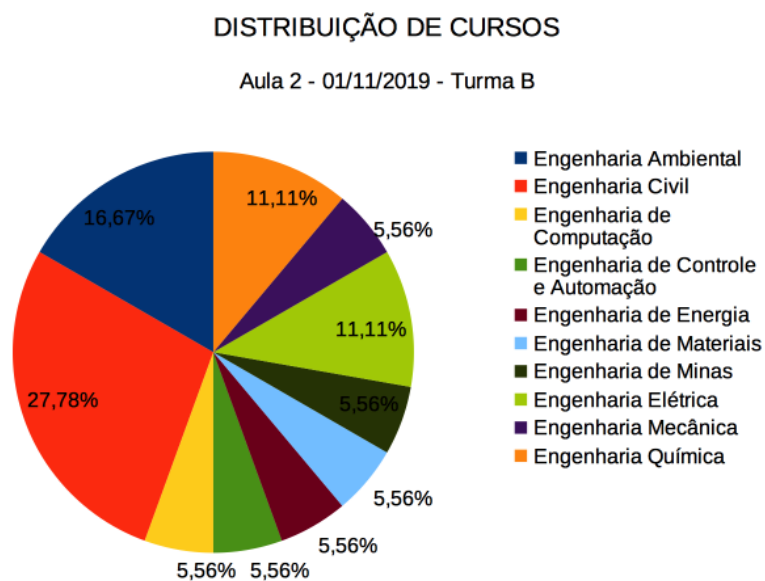
Com o fluxo oscilante de discentes no decorrer da experiência, o arranjo de cursos por aula decorreu de acordo com os gráficos representados a seguir:

Figura 4 – Distribuição de cursos presentes na Aula 1



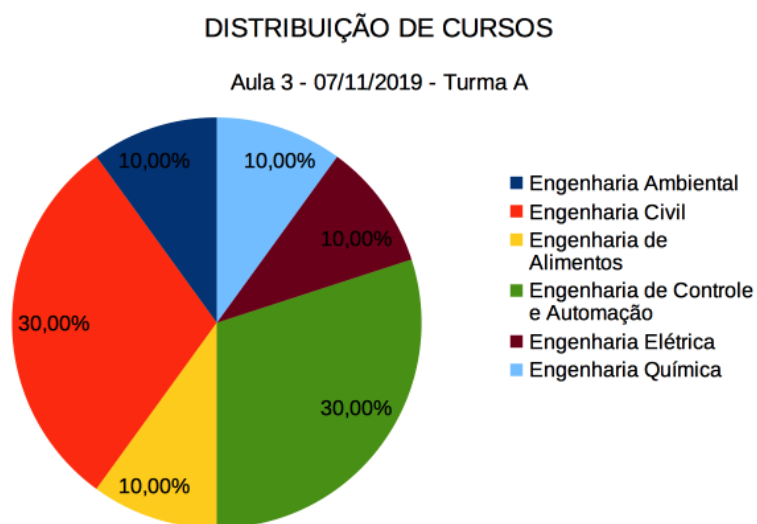
Fonte: A autora

Figura 5 – Distribuição de cursos presentes na Aula 2



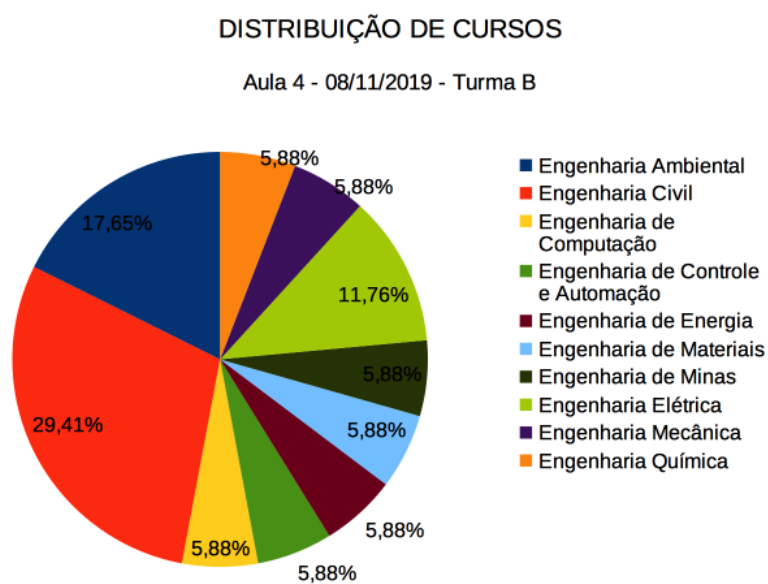
Fonte: A autora

Figura 6 – Distribuição de cursos presentes na Aula 3



Fonte: A autora

Figura 7 – Distribuição de cursos presentes na Aula 4



Fonte: A autora

Cada turma testemunhou as duas metodologias de aprendizagem, uma para cada conteúdo (Tabela 7), e respondeu um questionário para validação do conhecimento adquirido (Apêndices G e K) e um questionário de percepção (Apêndices H e L). Desta forma foi possível mensurar a eficácia da aprendizagem conceitual e a percepção dos alunos quanto às habilidades desenvolvidas durante as aulas e, também, a percepção dos voluntários quanto aos dois modelos de aula.

Tabela 7 – Cronograma da pesquisa

Aula	Data	Turma	Conteúdo	Metodologia
Aula 1	31/10/2019	A	Interpretação das Resoluções CO-NAMA 396/08 e 420/09	Convencional
Aula 2	01/11/2019	B	Interpretação das Resoluções CO-NAMA 396/08 e 420/09	PBL
Aula 3	07/10/2019	A	Rito de elaboração de EIA-RIMA	PBL
Aula 4	08/11/2019	B	Rito de elaboração de EIA-RIMA	Convencional

Fonte: A autora

## 4.1 Limitações de pesquisa

Conforme observado nas tabelas 3 a 6 não houve flutuação de estudantes entre as turmas, todavia nem todos aqueles que participaram da primeira aula participaram também da segunda. Em consequência, as amostras de percepção de um mesmo voluntário quanto aos dois modelos de aula diminuem, não obstante a paridade estabelecida entre as turmas A e B se mantém.

Não é escopo deste trabalho a avaliação dos voluntários envolvidos e sim da eficácia e eficiência da metodologia PBL no desenvolvimento de conceitos e competências. Desta forma, apesar da Bibliografia apontar a importância da autoavaliação e avaliação do grupo por parte dos discentes após encerrado o ciclo de resolução do problema proposto, esta etapa não é contemplada neste experimento por não contribuir para seu objetivo.

Há de se considerar ainda o espaço físico onde se desenrolou a experiência. Segundo Ribeiro (2007), as salas de aula universitárias muitas vezes são uma barreira a qualquer tipo de atividade que fuja ao modelo conservadorista expositivo. As carteiras fixas, por exemplo (Figura 8), dificultam a disposição dos alunos em arranjo não enfileirado, o que não contribui para trabalhos em grupos realizados no período de classe e colabora para a individualidade dos discentes.

Toda pesquisa foi realizada na sala F(ICE) (Fomento à Inovação, Criatividade e Empreendedorismo) (Figura 9) localizada no prédio Centenário da Escola de Engenharia, campus Centro, UFRGS, a qual se insere no programa F(ICE) da Escola de Engenharia da UFRGS, que, por sua vez, carrega em seu título o seu objetivo (Zarnadini; Garcia, 2016).

Figura 8 – Auditório 600 da Escola de Engenharia da UFRGS



Fonte: retirado de Escola de Engenharia (2015)

Figura 9 – Sala F(ICE), Prédio Centenário da Escola de Engenharia, UFRGS



Fonte: A autora

Devido ao ambiente de concepção da pesquisa ter sido idealizado para servir como um espaço criativo e colaborativo, ele favorece a cooperação entre aqueles que usufruem da sua disposição, contribuindo para a aplicação da metodologia PBL e fugindo dos padrões expositivos.

Também, vale apontar a inexperiência da ministrante das aulas como docente. Pode-se afirmar que as aulas conduzidas durante a realização deste experimento foram as primeiras da mesma. Para amenizar os impactos provenientes deste histórico houve uma aula experimental para profissionais aptos tanto no conteúdo abordado quanto no magistério, onde estes puderam fazer suas considerações e apresentar *feedbacks* construtivos à principiante. Os questionários de percepção dos alunos (Apêndices H e L) entregues ao final de cada aula buscaram, além doutras coisas, avaliar a qualidade da docente.

Ainda, uma vez que qualquer aluno devidamente matriculado em um dos 16 cursos de engenharia ofertados pela UFRGS em Porto Alegre-RS poderia participar da pesquisa desde que não houvesse iniciado a cadeira de Diagnóstico e Controle de Impactos Ambientais, o espaço amostral do experimento aqui apresentado está na ordem de cinco mil discentes. Contudo, independente dos esforços para aumentar a amostra da pesquisa, o formulário de interesse obteve 57 respostas, sendo 52 respostas válidas e 40 voluntários confirmados. Com um total de 7 desistências, totalizaram 33 voluntários ao longo de todo o experimento.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo descreverá, sob a perspectiva da autora do estudo, a experiência aplicada no desenvolvimento deste trabalho, transcorrido no final de outubro e início de novembro de 2019, e os resultados obtidos.

### 5.1 Interpretação das Resoluções CONAMA 396/08 e 420/09

As aulas de interpretação das Resoluções CONAMA 396 de 2008 e 420 de 2009 foram realizadas no último dia do mês de outubro e no primeiro dia do mês de novembro do ano de 2019.

As turmas participantes estão caracterizadas nas tabelas 3 e 4 por curso e pela média dos valores atribuídos aos conceitos obtidos pelo aluno em todas as disciplinas do seu currículo.

A primeira aula, expositiva, foi realizada no dia 31/10/2019, teve início às 18h45 e perdurou até às 19h35, quando se encerrou a exposição. Com um corpo discente total de apenas quatorze alunos a aula fluiu rapidamente e não houve questionamentos por parte dos alunos durante a apresentação.

Os recursos pedagógicos se resumiam a uma apresentação de 41 *slides* (Apêndice B) e material impresso para acompanhamento do exercício de fixação do conteúdo (Apêndice D) cuja solução foi exposta e explicada ao final da aula. Tal exercício era exatamente igual ao problema real a ser solucionado pela Turma B no dia seguinte, garantindo que ambas turmas tivessem igual acesso à abordagem conceitual e à aplicação do objeto de estudo.

A segunda aula, realizada no dia 01/11, também teve seu início às 18h45 e perdurou até às 19h55, quando se deu por encerrada a lição. Esta, por sua vez, contou com um corpo discente de dezoito alunos e, apesar do excedente populacional em relação à aula anterior e toda sua dinamicidade, teve um aumento temporal de apenas 20 minutos, ficando dentro do tempo máximo de duas horas estipulado para o experimento, o qual também considerava o período necessário para aplicação do questionário.

Nesta, quatro grupos foram formados, contendo de quatro a cinco participantes. Os grupos, referidos como Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3 e Grupo 4, estão caracterizados na Tabela 8. Não houve maior controle sobre a composição dos grupos, quer em relação ao curso, quer em relação ao gênero.

Tabela 8 – Divisão de grupos - aula 01/11/2019

Grupo	Voluntários	Curso	I3
Grupo 1	Voluntária 29	Engenharia Civil	7,2
	Voluntário 30	Engenharia Civil	5,8
	Voluntário 33	Engenharia de Energia	5,5
	Voluntário 40	Engenharia Química	5,9
Grupo 2	Voluntária 27	Engenharia Civil	7,8
	Voluntária 31	Engenharia de Computação	5,9
	Voluntário 35	Engenharia Elétrica	9,6
	Voluntário 38	Engenharia Química	7,8
Grupo 3	Voluntária 21	Engenharia Ambiental	7,7
	Voluntária 23	Engenharia Ambiental	7,6
	Voluntária 25	Engenharia Civil	7,4
	Voluntária 28	Engenharia Civil	8,4
	Voluntária 34	Engenharia de Minas	5,3
Grupo 4	Voluntário 24	Engenharia Ambiental	5,6
	Voluntário 32	Engenharia de Controle e Automação	6,2
	Voluntário 17	Engenharia de Materiais	6,70
	Voluntário 36	Engenharia Elétrica	5,54
	Voluntário 37	Engenharia Mecânica	7,7

Fonte: A autora

O Grupo 4 se destacou dentre os demais, trabalhou em equipe com excelência desde o primeiro momento, dividindo deveres, estabelecendo prioridades e se comunicando a cada etapa concluída.

O Grupo 1 teve o comportamento oposto, cada membro tentou resolver o problema individualmente e o diálogo não fluiu, a ministrante precisou intervir para que avançassem etapas.

Os grupos 2 e 3 trabalharam semelhantemente e de maneira intermediária em relação aos grupos 1 e 4. Conversaram e agiram individualmente sem estipular a direção a qual o grupo deveria seguir, falta esta corrigida pela professora que orientou os grupos indicando-lhes o rumo do exercício.

O problema de cunho real a ser solucionado pela turma, também exposto na apresentação disponível no Apêndice C, foi:

Você foi contratado para trabalhar em uma empresa de consultoria e um dos seus primeiros projetos consiste em fazer a análise de Engenharia para a aquisição de um terreno por uma indústria de alimentos na região metropolitana de Porto Alegre, incluindo a análise das questões ambientais. No terreno antigamente funcionava uma indústria calçadista.

A partir da “amostra de água subterrânea” (Apêndice D) disponibilizada, esperava-se que os grupos identificassem parâmetros acima dos limites estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 396/08 e 420/09 e discutissem e apresentassem as possibilidades de compra ou não do terreno contaminado. Obtiveram-se como respostas:

1. Grupo 1: “Não recomendamos a compra do terreno. Nível de cromo acima do limite para consumo humano. Visto que esse terreno seria sede de uma indústria alimentícia não aceitaríamos esse risco de contaminação.”

2. Grupo 2:

A análise dos dados coletados, feita com base nos parâmetros apresentados nas resoluções do CONAMA (420 e 396), apontou:

Para consumo humano:

As substâncias cromo, diclorometano, tolueno e tetracloreto apresentaram concentração acima do aceitável.

Para consumo de animais:

As substâncias tolueno e diclorometano apresentaram concentração acima do aceitável.

Para irrigação:

A substância cromo apresenta concentração acima do aceitável.

Em caso de futura utilização da água do solo, recomenda-se projeto de remediação ambiental para descontaminação da água. Em caso de utilização nos processos da empresa, prever descontaminação.

3. Grupo 3:

Resolução 396/2008

Os limites detectáveis de cromo total estão muito acima do consumo humano ( $304 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), sendo o limite  $170 \mu\text{g.L}^{-1}$ .

O composto arsênio apresenta-se no limite aceitável para consumo humano ( $10 \mu\text{g.L}^{-1}$ ).

O diclorometano está acima do limite ( $20 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) até para dessedentação de animais ( $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ ).

4. Grupo 4:

Caracterização da água subterrânea:

Classe II, III.

Presença de P.B.T.s, substâncias tóxicas.

Alguns índices deveriam ser analisados por químicos (DQO, DBO, gás sulfídrico, cromo...)

Abordagem sugerida:

Utilizar as informações obtidas como poder de negociação e considerar um plano de recuperação (caso apontado como necessário por um eng. químico/ambiental) do ambiente que será ocupado.

É possível observar que o grupo mais disposto a trabalhar em equipe mostrou maior flexibilidade na resolução do problema, enxergando além das simples alternativas de comprar ou não o terreno ou até mesmo da fria análise dos parâmetros apresentados.

Após a entrega do exercício-problema e de rápido debate a respeito das alternativas de solução, a Turma B assistiu um breve apanhado de conteúdo (Apêndice C), cujos slides de apresentação foram retirados da apresentação expositiva e significaram aproximadamente 15% desta.

Por fim, houve a entrega dos questionários cujos resultados podem ser consultados nas tabelas 9 e 10 e nos apêndices I e J. Para análise e correção das respostas da questão discursiva de número 4 foram adotados três graus de acertos para cada qual foi atribuída uma nota:

- **1:** Solução indicando o terreno como não propício ao uso, sugerindo melhor investigação e possível remediação, pois qualquer valor encontrado acima do valor de investigação confere riscos, diretos ou indiretos, à saúde humana.
- **0,5:** Solução parcialmente correta (terreno não está propício ao uso e deverá ser remediado OU parâmetros acima do VI conferem riscos à saúde humana).
- **0:** Solução carente das justificativas já apresentadas ou com pareceres incorretos.

Tabela 9 – Resultado da primeira avaliação conceitual aplicada à Turma A (expositiva)

Turma A	Questionário Conceitual - Resoluções CONAMA				
31/10/2019	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Total
Voluntário 1	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
Voluntário 2	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0
Voluntário 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Voluntário 5	1,0	1,0	1,0	0,0	3,0
Voluntário 6	1,0	1,0	1,0	0,0	3,0
Voluntário 9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Voluntário 10	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0
Voluntário 11	0,0	0,0	1,0	0,5	1,5
Voluntário 13	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
Voluntário 15	0,0	1,0	0,0	0,5	1,5
Voluntário 16	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0
Voluntário 18	1,0	0,0	1,0	0,0	2,0
Voluntário 19	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
Voluntário 26	1,0	1,0	0,0	0,5	2,5
<b>Média</b>	<b>0,64</b>	<b>0,71</b>	<b>0,43</b>	<b>0,25</b>	<b>2,04</b>
Desvio padrão	0,48	0,45	0,49	0,37	1,19

Fonte: A autora

Tabela 10 – Resultado da primeira avaliação conceitual aplicada à Turma B (PBL)

Turma B	Questionário Conceitual – Resoluções CONAMA				
01/11/2019	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Total
Voluntário 17	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
Voluntário 21	1,0	0,0	0,0	0,5	1,5
Voluntário 23	1,0	1,0	0,0	0,5	2,5
Voluntário 24	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0
Voluntário 25	1,0	1,0	0,0	0,5	2,5
Voluntário 27	1,0	1,0	0,0	0,5	2,5
Voluntário 28	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0
Voluntário 29	1,0	1,0	0,0	1,0	3,0
Voluntário 30	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0
Voluntário 31	1,0	1,0	0,0	0,5	2,5
Voluntário 32	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
Voluntário 33	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Voluntário 34	1,0	1,0	0,0	0,5	2,5
Voluntário 35	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
Voluntário 36	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Voluntário 37	0,0	1,0	1,0	0,5	2,5
Voluntário 38	1,0	1,0	0,0	1,0	3,0
Voluntário 40	1,0	1,0	0,0	1,0	3,0
<b>Média</b>	<b>0,89</b>	<b>0,83</b>	<b>0,17</b>	<b>0,47</b>	<b>2,36</b>
Desvio padrão	0,31	0,37	0,37	0,39	0,86

Fonte: a autora

Vale atentar ao fato de que a Turma B (PBL) teve um desempenho muito baixo na questão de número 3 referente às funções principais do solo - não abrangidas no escopo do exercício abordado - e, ainda assim, obtiveram desempenho conceitual superior à Turma A (expositiva) quando analisado o questionário como um todo. Além da média da turma ser maior, o desvio padrão foi menor, representando um aprendizado mais uniforme.

## 5.2 Rito de elaboração de EIA-RIMA

As aulas referentes ao rito de elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental foram realizadas nos dias 07/11/2019 e 08/11/2019, conforme Tabela 7.

As turmas participantes estão caracterizadas nas tabelas 5 e 6 por curso e pela média dos valores atribuídos aos conceitos obtidos pelo aluno em todas as disciplinas do seu currículo.

A aula no modelo PBL durou das 18h35 às 19h25, quando se deu por encerrada a lição. A turma contou com dez voluntários que se dividiram em três grupos, referidos daqui em diante como Grupo 5, Grupo 6 e Grupo 7 e caracterizados na Tabela 11.

Tabela 11 – Divisão de grupos - aula 07/11/2019

Grupo	Voluntários	Curso	I3
Grupo 5	Voluntária 11	Engenharia Civil	7,2
	Voluntário 14	Engenharia de Controle e Automação	7,7
	Voluntário 16	Engenharia de Controle e Automação	6,9
Grupo 6	Voluntária 1	Engenharia Ambiental	7,6
	Voluntária 6	Engenharia Civil	9,0
	Voluntário 18	Engenharia Elétrica	8,9
	Voluntário 19	Engenharia Química	7,0
Grupo 7	Voluntária 10	Engenharia Civil	6,9
	Voluntária 13	Engenharia de Alimentos	4,7
	Voluntária 15	Engenharia de Controle e Automação	8,9

Fonte: A autora

O Grupo 5 rapidamente se organizou em busca de resultados e logo no início se afastou do que era pedido, o que foi logo identificado pela professora que os redirecionou. Uma vez no trilho correto o grupo não mais se desviou e logo chegou a uma conclusão, sendo o primeiro grupo a finalizar a tarefa.

O Grupo 6 seguiu uma linha parecida, com a diferença de não perder o foco em nenhum momento, aprofundando-se no que se pedia.

Já o Grupo 7, diferentemente dos demais, encontrou grandes dificuldades para solucionar o problema proposto. Diversas vezes focou em assuntos irrelevantes ao tema e, mesmo após redirecionado, voltou a se desviar do que era o escopo do exercício. Uma vez que os grupos 5 e 6 concluíram suas incumbências, para não os deixar divagando por tempo o suficiente a lhes tirar o foco da aula, forneceu-se entre cinco a dez minutos ao Grupo 7 para entregar o que havia sido desenvolvido até então.

O problema de cunho real a ser solucionado pela turma, também exposto na apresentação do Apêndice F, foi:

Você foi convidado a participar de uma audiência pública a respeito do licenciamento ambiental do empreendimento Mina Guaíba. A fim de formar uma visão crítica a respeito das propostas da empresa responsável, você foi atrás de quais informações não podem faltar em um estudo de impacto ambiental e de que forma se delimitam as áreas afetadas por esses impactos. Descreva as informações e limites que encontrou.

Tal exercício não representava um grande desafio de interpretação de legislação, apenas se esperava que os grupos encontrassem as informações essenciais a um EIA-RIMA, as quais podem ser conferidas em mais de um documento, além da Resolução CONAMA 001/86. As soluções apresentadas pelos grupos foram:

1. Grupo 5:

Resolução CONAMA 001/86:

Critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) reflete as conclusões do Estudo de Impacto Ambiental (EIA):

Conta com as informações gerais tais como caracterização do empreendimento, área de influência, diagnóstico ambiental (ar, solo, água), análise dos impactos ambientais, medidas mitigadoras, programa de monitoramento.

Área de Influência:

1. Área de influência direta
2. Área de influência indireta: real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, por alterações na área de influência direta.
3. Área de abrangência regional.

## 2. Grupo 6:

Informações gerais sobre o empreendimento (localização, tipo de lavra, beneficiamento)

Caracterização do empreendimento (planejamento, implantação da obra, operação, desativação)

Caracterização e diagnóstico da situação atual (fauna, flora, solo, água, situação sócio-econômica, etc)

Identificação dos impactos ambientais: interferência do empreendimento nos meios físicos, bióticos e antrópicos

Interpretação dos impactos

Medidas mitigatórias - ações para diminuir os impactos

Áreas de influência: ADA < AID < AII

Figura 10 – Esquema do conjunto de áreas de influência



Fonte: Grupo 6

### 3. Grupo 7:

Estudo de Impacto Ambiental → RIMA → Relatório de Impacto Ambiental

Quem precisa: toda pessoa que realizar uma obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente

Poluição de solo e água → quantificar

Todas as formas que a obra ou instalação podem causar de impacto ao meio ambiente

Viabilizar as obras → minimizar ou eliminar impacto

O que é considerado dano ambiental: o que modificar as propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por atividade humana e que afetem a saúde, segurança e bem-estar de tudo

Analisar desde a extração da matéria-prima até o uso do descarte final

O Grupo 7 chegou a encontrar as definições e delimitações das áreas de influência, entretanto não conseguiu redigir o que havia descoberto.

Assim como na semana referente às resoluções CONAMA, após a entrega do exercício-problema, a Turma A assistiu um breve apanhado de conteúdo (Apêndice F) cujos *slides* de apresentação foram retirados da apresentação expositiva e significaram 18% desta.

A aula expositiva, realizada no dia seguinte, com início às 18h35 e término às 19h25, pode ter seu conteúdo verificado no Apêndice E. Uma vez que o exercício que serviu de carro-chefe à aula PBL foi exposto ao final da apresentação, criou-se um ambiente de debate - favorecido pela sala de aula - a respeito do empreendimento Mina Guaíba onde muitos discentes contribuíram e todos se mostraram interessados na temática.

Na segunda semana de pesquisa não houve mudança no tempo de aula administrado durante as duas metodologias. Dois fatores principais parecem ter contribuído para esta equidade temporal, (um) o problema real ser mais simples, aplicado a uma turma consideravelmente menor que no caso anterior e (dois) o debate na turma maior, proveniente do exercício que trazia consigo a questão polêmica da Mina Guaíba.

Ao final, ambas turmas responderam os questionários cujos resultados podem ser consultados nas tabelas 12 e 13 e nos apêndices M e N. Para análise e correção da questão discursiva número 4 foram adotados 4 graus de acertos para cada qual se atribuiu uma nota:

- **1:** Solução compreendendo que a jusante da barragem também receberá impactos diretos e deve estar englobada na AID.
- **1:** Resposta englobando o item anterior e o complemento de que a Área de Influência Direta deve abranger os meios físico, biótico e sócio-ambiental.



- **0,5:** Solução que apresenta somente o complemento, a Área de Influência Direta deve englobar os meios físico, biótico e sócio-ambiental, não apenas o meio físico.
- **0:** Solução carente das justificativas já apresentadas ou com pareceres incorretos.

Tabela 12 – Resultado da primeira avaliação conceitual aplicada à Turma A (PBL)

Turma A	Questionário Conceitual - Rito EIA-RIMA				
07/11/12	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Total
Voluntário 1	1,0	1,0	1,0	0,5	3,5
Voluntário 6	1,0	1,0	1,0	0,5	3,5
Voluntário 10	1,0	0,0	1,0	0,0	2,0
Voluntário 11	1,0	1,0	1,0	0,0	3,0
Voluntário 13	1,0	0,0	1,0	1,0	3,0
Voluntário 14	1,0	1,0	1,0	0,5	3,5
Voluntário 15	1,0	0,0	1,0	0,0	2,0
Voluntário 16	1,0	1,0	1,0	0,0	3,0
Voluntário 18	0,0	1,0	1,0	1,0	3,0
Voluntário 19	1,0	1,0	1,0	0,5	3,5
<b>Média</b>	<b>0,90</b>	<b>0,70</b>	<b>1,00</b>	<b>0,40</b>	<b>3,00</b>
Desvio padrão	0,30	0,46	0,00	0,37	0,55

Fonte: A autora

Tabela 13 – Resultado da primeira avaliação conceitual à Turma B (expositiva)

Turma B	Questionário Conceitual				
08/11/2019	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Total
Voluntário 21	1,0	0,0	1,0	0,5	2,5
Voluntário 23	1,0	0,0	1,0	0,0	2,0
Voluntário 24	0,0	1,0	1,0	0,0	2,0
Voluntário 25	1,0	1,0	1,0	0,0	3,0
Voluntário 27	1,0	0,0	1,0	0,5	2,5
Voluntário 28	0,0	1,0	0,0	1,0	2,0
Voluntário 29	1,0	1,0	0,0	0,5	2,5
Voluntário 30	1,0	1,0	1,0	0,0	3,0
Voluntário 31	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0
Voluntário 32	1,0	0,0	1,0	1,0	3,0
Voluntário 33	1,0	0,0	1,0	0,0	2,0
Voluntário 34	1,0	0,0	1,0	1,0	3,0
Voluntário 35	0,0	1,0	0,0	0,5	1,5
Voluntário 36	1,0	1,0	1,0	0,5	3,5
Voluntário 37	1,0	0,0	1,0	1,0	3,0
Voluntário 38	1,0	0,0	1,0	1,0	3,0
Voluntário 40	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
<b>Média</b>	<b>0,76</b>	<b>0,47</b>	<b>0,82</b>	<b>0,50</b>	<b>2,56</b>
Desvio padrão	0,42	0,50	0,38	0,42	0,73

Fonte: A autora

Novamente a turma a que se aplicou a metodologia PBL, neste caso a Turma A, teve desempenho superior à outra com menor desvio de notas, mesmo que esta tenha se envolvido em uma conversa calorosa sobre tudo o que foi estudado durante a apresentação.

Tabela 14 – Notas médias atribuídas ao teste conceitual de cada metodologia

Conteúdo/Abordagem	Aula expositiva	PBL
Resoluções CONAMA	2,04	2,36
Rito EIA-RIMA	2,56	3,00
Total	4,60	5,36

Fonte: A autora

Embora a diferença de notas totais entre a abordagem PBL e a aula expositiva não tenha sido grande, houve, para o conteúdo abordado, vantagem na abordagem PBL em termos de aprendizagem.

## 5.3 Percepção dos envolvidos sobre as metodologias de ensino utilizadas

### 5.3.1 Percepção dos voluntários

Neste item serão analisados todos os tópicos levantados nos questionários de percepção dos alunos sob a perspectiva enquanto turma e, eventualmente, enquanto indivíduo receptor de ambas metodologias. Assim se pretende verificar se há alguma metodologia que desenvolva os alunos em âmbitos além do conceitual e se eles têm preferência por uma das duas metodologias que tiveram contato durante o experimento.

As respostas dos questionários de percepção estão dispostas em escala de 1 a 5 onde:

- **1:** Discordo totalmente ou muito pior
- **2:** Discordo ou pior
- **3:** Indiferente ou igual
- **4:** Concordo ou melhor
- **5:** Concordo totalmente ou muito melhor

De forma a avaliar a percepção como turmas, as porcentagens de notas atribuídas a cada uma das respostas está discriminada nas tabelas 15, 16, 17 e 18 e o comparativo das notas médias conferidas a cada questão por cada turma pode ser encontrado na Tabela 19.

Tabela 15 – Percepção da Turma A sobre a aula expositiva

Turma A 31/10/2019	NOTAS				
	1	2	3	4	5
1. A aula que você teve é semelhante à maioria das aulas que você tem no seu curso.	0,00%	14,29%	7,14%	42,86%	35,71%
2. Como você considera a aula que teve em relação às demais aulas que usualmente tem no seu curso?	0,00%	14,29%	21,43%	50,00%	14,29%
3. Como você considera a motivação da professora em relação aos professores que usualmente têm no seu curso?	0,00%	7,14%	7,14%	28,57%	57,14%
4. Você desenvolveu uma visão holística sobre o assunto abordado na aula.	0,00%	14,29%	35,71%	28,57%	21,43%
5. Você pôde refletir sobre os impactos de soluções de Engenharia nos contextos sociais, legais, econômicos e ambientais durante a aula.	0,00%	21,43%	7,14%	42,86%	28,57%
6. Você exercitou suas habilidades de comunicação, seja oral, escrita ou gráfica, durante a aula.	21,43%	28,57%	21,43%	14,29%	14,29%
7. Você foi proativo em algum momento da aula.	28,57%	7,14%	21,43%	28,57%	14,29%
8. Você interagiu de forma construtiva e colaborativa com diferentes colegas.	0,00%	28,57%	21,43%	50,00%	0,00%
9. Você construiu um consenso em grupo.	21,43%	21,43%	28,57%	14,29%	14,29%
10. Você aprendeu um novo conceito de forma autônoma.	35,71%	28,57%	14,29%	14,29%	7,14%
11. O acesso à internet – através do celular, tablet, notebook ou outra interface – colaborou para o conhecimento adquirido.	42,86%	7,14%	28,57%	7,14%	14,29%

Fonte: A autora

Tabela 16 – Percepção da Turma B sobre a aula expositiva

Turma B 08/11/2019	Notas				
	1	2	3	4	5
1. A aula que você teve é semelhante à maioria das aulas que você tem no seu curso.	0,00%	0,00%	29,41%	35,29%	35,29%
2. Como você considera a aula que teve em relação às demais aulas que usualmente tem no seu curso?	0,00%	0,00%	23,53%	58,82%	17,65%
3. Como você considera a motivação da professora em relação aos professores que usualmente têm no seu curso?	0,00%	5,88%	11,76%	23,53%	58,82%
4. Você desenvolveu uma visão holística sobre o assunto abordado na aula.	0,00%	0,00%	29,41%	41,18%	29,41%
5. Você pôde refletir sobre os impactos de soluções de Engenharia nos contextos sociais, legais, econômicos e ambientais durante a aula.	0,00%	0,00%	0,00%	52,94%	47,06%
6. Você exercitou suas habilidades de comunicação, seja oral, escrita ou gráfica, durante a aula.	29,41%	29,41%	23,53%	5,88%	11,76%
7. Você foi proativo em algum momento da aula.	29,41%	29,41%	11,76%	11,76%	17,65%
8. Você interagiu de forma construtiva e colaborativa com diferentes colegas.	29,41%	29,41%	23,53%	5,88%	11,76%
9. Você construiu um consenso em grupo.	47,06%	17,65%	23,53%	11,76%	0,00%
10. Você aprendeu um novo conceito de forma autônoma.	47,06%	11,76%	5,88%	29,41%	5,88%
11. O acesso à internet – através do celular, tablet, notebook ou outra interface – colaborou para o conhecimento adquirido.	35,29%	29,41%	23,53%	5,88%	5,88%

Fonte: A autora

Tabela 17 – Percepção da Turma A sobre o PBL

Turma A 07/11/2019	Notas				
	1	2	3	4	5
1. A aula que você teve é semelhante à maioria das aulas que você tem no seu curso.	80,00%	20,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2. Como você considera a aula que teve em relação às demais aulas que usualmente tem no seu curso?	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%
3. Como você considera a motivação da professora em relação aos professores que usualmente têm no seu curso?	0,00%	0,00%	10,00%	30,00%	60,00%
4. Você desenvolveu uma visão holística sobre o assunto abordado na aula.	0,00%	0,00%	10,00%	40,00%	50,00%
5. Você pôde refletir sobre os impactos de soluções de Engenharia nos contextos sociais, legais, econômicos e ambientais durante a aula.	0,00%	0,00%	0,00%	30,00%	70,00%
6. Você exercitou suas habilidades de comunicação, seja oral, escrita ou gráfica, durante a aula.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
7. Você foi proativo em algum momento da aula.	0,00%	0,00%	0,00%	20,00%	80,00%
8. Você interagiu de forma construtiva e colaborativa com diferentes colegas.	0,00%	0,00%	0,00%	20,00%	80,00%
9. Você construiu um consenso em grupo.	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%
10. Você aprendeu um novo conceito de forma autônoma.	0,00%	0,00%	0,00%	30,00%	70,00%
11. O acesso à internet – através do celular, tablet, notebook ou outra interface – colaborou para o conhecimento adquirido.	0,00%	0,00%	0,00%	10,00%	90,00%

Fonte: A autora

Tabela 18 – Percepção da Turma B sobre o PBL

Turma B 01/11/2019	Notas				
	1	2	3	4	5
1. A aula que você teve é semelhante à maioria das aulas que você tem no seu curso.	50,00%	38,89%	0,00%	0,00%	11,11%
2. Como você considera a aula que teve em relação às demais aulas que usualmente tem no seu curso?	0,00%	11,11%	5,56%	61,11%	22,22%
3. Como você considera a motivação da professora em relação aos professores que usualmente têm no seu curso?	0,00%	0,00%	22,22%	27,78%	50,00%
4. Você desenvolveu uma visão holística sobre o assunto abordado na aula.	0,00%	0,00%	16,67%	55,56%	27,78%
5. Você pôde refletir sobre os impactos de soluções de Engenharia nos contextos sociais, legais, econômicos e ambientais durante a aula.	0,00%	0,00%	5,56%	55,56%	38,89%
6. Você exercitou suas habilidades de comunicação, seja oral, escrita ou gráfica, durante a aula.	0,00%	0,00%	5,56%	38,89%	55,56%
7. Você foi proativo em algum momento da aula.	0,00%	11,11%	5,56%	55,56%	27,78%
8. Você interagiu de forma construtiva e colaborativa com diferentes colegas.	0,00%	0,00%	11,11%	50,00%	38,89%
9. Você construiu um consenso em grupo.	0,00%	5,56%	0,00%	33,33%	61,11%
10. Você aprendeu um novo conceito de forma autônoma.	0,00%	11,11%	11,11%	33,33%	44,44%
11. O acesso à internet – através do celular, tablet, notebook ou outra interface – colaborou para o conhecimento adquirido.	0,00%	0,00%	11,11%	27,78%	61,11%

Fonte: A autora

Tabela 19 – Comparativo das notas médias do questionário de percepção do aluno

Metodologia Turma	Aula expositiva			PBL		
	A	B	Média	A	B	Média
1. A aula que você teve é semelhante à maioria das aulas que você tem no seu curso.	4,00	4,06	<b>4,03</b>	1,20	1,83	<b>1,52</b>
2. Como você considera a aula que teve em relação às demais aulas que usualmente tem no seu curso?	3,64	3,94	<b>3,79</b>	4,50	3,94	<b>4,22</b>
3. Como você considera a motivação da professora em relação aos professores que usualmente têm no seu curso?	4,36	4,35	<b>4,36</b>	4,50	4,28	<b>4,39</b>
4. Você desenvolveu uma visão holística sobre o assunto abordado na aula.	3,57	4,00	<b>3,79</b>	4,40	4,11	<b>4,26</b>
5. Você pôde refletir sobre os impactos de soluções de Engenharia nos contextos sociais, legais, econômicos e ambientais durante a aula.	3,79	4,47	<b>4,13</b>	4,70	4,33	<b>4,52</b>
6. Você exercitou suas habilidades de comunicação, seja oral, escrita ou gráfica, durante a aula.	2,71	2,41	<b>2,56</b>	5,00	4,50	<b>4,75</b>
7. Você foi proativo em algum momento da aula.	2,93	2,59	<b>2,76</b>	4,80	4,00	<b>4,40</b>
8. Você interagiu de forma construtiva e colaborativa com diferentes colegas.	3,21	2,41	<b>2,81</b>	4,80	4,28	<b>4,54</b>
9. Você construiu um consenso em grupo.	2,79	2,00	<b>2,39</b>	4,50	4,50	<b>4,50</b>
10. Você aprendeu um novo conceito de forma autônoma.	2,29	2,35	<b>2,32</b>	4,70	4,11	<b>4,41</b>
11. O acesso à internet – através do celular, tablet, notebook ou outra interface – colaborou para o conhecimento adquirido.	2,43	2,18	<b>2,30</b>	4,90	4,50	<b>4,70</b>

Fonte: A autora

As respostas da primeira pergunta corroboram o quadro do ensino superior conservador descrito em seções anteriores, onde a abordagem dominante é a aula expositiva.

Em relação à questão 2, as aulas de ambas abordagens foram consideradas melhores que as aulas que usualmente os alunos têm nos seus cursos, apesar da professora sem experiência. O fato da participação dos alunos ser voluntária deve ter colaborado na nota obtida.

A terceira pergunta visava conferir se a professora tomou os cuidados para não privilegiar nenhuma metodologia, e os resultados aproximadamente iguais indicaram uma motivação uniforme em todas as abordagens.

As perguntas de 4 a 10 advêm das novas diretrizes curriculares aprovadas (BRASIL, 2019), tendo como inspiração os seguintes itens:

Art. 3o O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:

I - ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;

[...]

Art. 4o [...]

III-[...]

e) realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental;

V - comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica:

[...]

VI - trabalhar e liderar equipes multidisciplinares:

a) ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;

b) atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede;

c) gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;

[...]

VIII - aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação:

a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.

Para seleção dos itens a serem abordados no questionário tomou-se como critério as habilidades e atitudes mais relevantes conforme bibliografia consultada, ou seja, aquelas mais manifestadas na literatura.

A respeito da visão holística, ambas turmas acreditam tê-la desenvolvido. Na abordagem PBL houve uma percepção um pouco maior de tal habilidade ter sido desenvolvida, embora não de forma conclusiva.

Deve-se considerar que a questão de número 5 é fortemente influenciada pelos assuntos abordados em sala de aula. O cuidado com a responsabilidade social, legal e ambiental é intrínseco à cadeira de Diagnóstico e Controle de Impactos Ambientais. Sendo assim, tal qual a questão de número 4, nenhum voluntário postou-se contraditoriamente à



viabilidade da reflexão sobre os impactos de solução de engenharia nos contextos sociais, legais, econômicos e ambientais durante a aula. Balanceando as respostas, uma vez que a Turma A tende a reforçar esta reflexão no PBL e a Turma B na aula expositiva (aquela cujo debate se estabeleceu no desfecho), pode-se afirmar que este experimento não verificou mudanças significativas relacionadas a esta competência. As notas em ambas abordagens são parecidas.

As respostas das questões 6 a 11 apontam a mesma tendência: uma percepção de desenvolvimento das habilidades consideravelmente maior na abordagem PBL do que na expositiva.

Para análise da comunicação vale lembrar de duas ocorrências um tanto quanto fora do padrão<sup>1</sup> que ocorreram durante as aulas expositivas. Na aula da Turma A, quando entregues as folhas para acompanhamento da resolução do exercício, houve interação dos alunos, facilitada pela dinamicidade da sala de aula, em busca da solução antes da professora conseguir retomar a atenção de todos para resolverem juntos. E na Turma B, como já abordado diversas vezes, houve um debate acalorado também durante a resolução do exercício, onde muitos contribuíram, muitos questionaram e muitos apenas acompanharam. Ainda assim, apenas 1 dos 28 discentes presentes envolvidos na metodologia PBL posicionou-se de maneira neutra em relação à comunicação, enquanto todos os demais concordam que a desenvolveram nesta metodologia, estando 100% da Turma A de acordo total.

Quanto à proatividade, interação de forma construtiva e construção de consenso em grupo, a percepção dos alunos é claramente vantajosa à abordagem PBL.

O uso de celulares e *smartphones* se tornou tão recorrente na vida das pessoas que há mais de dois anos criou-se um termo para sua dependência: nomofobia (CRIPPA, 2017). As inúmeras distrações - redes sociais, jogos, aplicativos de todos os tipos - na palma da mão conferem um desafio ainda maior aos docentes com intenção de prender atenção dos alunos. Por mais que, independente da metodologia, o estudante seja o grande responsável pelo próprio aprendizado, o contexto de ensino pode ou não contribuir para a apropriação do conhecimento por parte do discente.

A pergunta de número 11 visou avaliar a possibilidade de fazer dessa tecnologia de comunicação e informação uma aliada ao se utilizar uma metodologia ativa, como o PBL, e o retorno dos voluntários corroborou a hipótese dos benefícios desta aliança. Enquanto nas aulas expositivas os celulares serviram de distração, no PBL eles auxiliaram os grupos que, envoltos na procura da solução através de pesquisas *online* e debates, não cederam espaços às distrações.

---

<sup>1</sup> Percepção autoral referenciada na própria passagem pela Universidade.

### 5.3.2 Percepção da autora (professora)

As considerações aqui registradas devem ser consideradas levando-se em conta tanto a inexperiência da autora como docente, quanto a pouca especialização ou formação da mesma na área de aplicação do experimento, limitada à formação nas disciplinas obrigatórias do curso de graduação em Engenharia Civil da UFRGS na área de conhecimento do experimento.

Pensar em um exercício de cunho real que possa ser aplicado para o desenvolvimento de um conceito não é tarefa trivial. Os dois problemas elaborados para o desenvolvimento desta pesquisa contaram com a expertise de um dos professores ministrantes da cadeira de Diagnóstico e Controle de Impacto Ambiental na UFRGS, Prof. Dr. Fernando Mainardi Fan e do professor da área de estruturas Prof. Dr. João Ricardo Masuero, cujos apoios, cada um a seu modo, foram essenciais para a idealização das aulas através das quais o experimento foi realizado.

Um ponto que chamou muito a atenção da autora foi a diferença de esforço vocal necessário para ministrar uma aula expositiva e uma aula com aplicação do PBL. Ainda que as aulas expositivas do experimento não tenham se aproximado, em duração, às aulas comumente ministradas na UFRGS referentes a dois créditos (1h40min), o número de alunos ser aproximadamente a metade do de uma turma típica de disciplina obrigatória do curso, a sala ampla e o despreparo físico para se fazer ouvir por toda a turma exigiram muito mais as cordas vocais da autora do que as aulas baseadas em problemas. Como durante o PBL a comunicação professor-aluno se dá, em sua grande maioria, a grupos pequenos de estudantes, a fala ocorre em tom natural, um alívio para a garganta.

Vale a pena retomar o fato das apresentações de *slides* organizadas para o PBL representarem uma porção de *slides* selecionados a partir da apresentação das aulas convencionais, ou seja, para aqueles professores que eventualmente gostariam de variar sua metodologia, não há necessidade de investir grandes esforços na confecção de novos materiais, podendo reciclar suas aulas e alternar da aula expositiva para uma aprendizagem baseada em problemas.

Já advertido pela literatura, uma das grandes dificuldades do PBL é sua multidisciplinaridade e caráter aberto, que podem levar a discussão a rumos além da zona de expertise e conforto do professor ministrante. Apesar disto, seja por conta da inexperiência da professora ou pelas temáticas abordadas ou mesmo por uma característica dos voluntários - que demonstraram atitude proativa já ao participar da pesquisa -, durante a segunda semana cujo tema girava ao redor do empreendimento Mina Guaíba, em ambas metodologias houve a situação de pelo menos um discente exceder os limites do contexto da aula. O que de fato se mostrou mais complicado de ajustar na turma que experimentava uma metodologia ativa.

Ademais, apesar da pré-disposição dos alunos que estavam voluntariamente assistindo às aulas, foi possível reparar como lutavam contra a distração dos celulares e contra o sono durante as aulas convencionais enquanto nas aulas PBL pareciam curiosos e dispostos. O Voluntário 38 da Turma B relatou após sua primeira aula (PBL) que chegou preocupado em se manter acordado pois estava desde às 7h00 em função de aulas, estágio e reuniões e achou impressionante como a metodologia aplicada o manteve atento o tempo inteiro. O Voluntário 31, também da Turma B, afirmou no espaço aberto disponibilizado no último dia (metodologia convencional) que perdeu a atenção em diversos momentos, como costuma acontecer em suas aulas cotidianas, o que não aconteceu quando em aprendizagem baseada em problemas.

Apesar da eventual desatenção dos alunos, também se mostrou muito mais confortável dar uma aula expositiva onde se tem maior controle do caminho a trilhar, do conteúdo ministrado e do tempo necessário para tal. No auxílio aos grupos formados no PBL, diversas vezes o tempo disponível aparentou não ser o suficiente, o que gerava certa ansiedade. Concorrente, o Grupo 7 não acompanhou o tempo dos demais grupos e precisaria de tempo adicional para concluir adequadamente sua tarefa. Ainda, este tempo que “faltou” não se mostrou determinante no aprendizado da turma, cuja média conceitual superou a outra.

Assim, cabe considerar que o desenvolvimento do conceito pelos alunos durante a aplicação do PBL pôde acontecer em mais de um momento da aula, sendo o momento principal variante de aluno para aluno: durante a resolução do exercício; durante o debate mediado pela professora após a resolução do problema; através da apresentação mais detalhada do conteúdo após apresentadas as soluções, três momentos importantes e distintos de aprendizado oportunizados pela mesma abordagem.

Não se pode deixar de relatar a contribuição do ambiente físico no qual o experimento foi realizado. Como dito anteriormente, o espaço proporcionava um ambiente colaborativo, onde era mais difícil agir individualmente do que coletivamente. De certa forma isto ficou evidente até mesmo nas aulas expositivas, pois assim que receberam o material de apoio para resolução do exercício da primeira aula os alunos automaticamente começaram a discutir com quem estava mais próximo e na segunda aula, o debate sobre o exercício também gerou conversas paralelas que culminaram em dúvidas e contribuições à discussão. Trabalhar de maneira dinâmica com a metodologia ativa abordada neste trabalho com certeza foi uma tarefa favorecida pela sala F(ICE).

O último item a ser levantado refere-se à motivação da professora. A curiosidade e expectativa naturais do cenário que se configurou serviram de estímulo em ambas metodologias, contribuindo para o entusiasmo em cada minuto de aula dada. Entretanto, dois pontos são cruciais para a preferência pessoal pela metodologia PBL: (um) a desatenção e distração dos alunos durante a aula expositiva (mais evidente na segunda semana quando

os discentes também já ultrapassaram a barreira da “primeira vez”) e (dois) a proximidade aluno-professor resultante da dinamicidade do PBL, onde o diálogo flui horizontalmente e é possível enxergar o interesse no olhar curioso de cada estudante.

## 5.4 Avaliação da eficácia e eficiência das metodologias empregadas

Considerando como parâmetro de eficácia o nível de acertos nas avaliações aplicadas sobre os dois conteúdos ministrados, a metodologia PBL obteve uma nota total média de 5,36 em um total de 8 pontos, contra 4,60 da aula expositiva. Embora a diferença não seja grande, é possível afirmar que a eficácia do PBL em relação tanto ao aprofundamento quanto à amplitude dos conhecimentos aprendidos não foi pior do que a da aula expositiva, contrariando muitas indicações da Bibliografia.

Considerando como parâmetro de eficiência a percepção dos alunos, bem como o esforço dispendido pela professora, a metodologia PBL mostrou-se bastante mais vantajosa que a aula expositiva, sendo percebida mais interessante, proporcionando o desenvolvimento das habilidades comportamentais (*soft skills*) de comunicação, trabalho em equipe e liderança de forma concomitante com o aprendizado do conteúdo teórico, dentro do mesmo intervalo de tempo disponibilizado para a aula expositiva.

As apreciações aqui expostas devem ser consideradas dentro da amplitude do experimento (2 aulas/conteúdos, não um curso completo), tamanho das turmas (até 20 alunos) e conteúdo ministrado.

## 6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou avaliar a eficácia e eficiência da metodologia ativa de ensino PBL como ferramenta no desenvolvimento de competências e atitudes demandas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia aprovadas em abril de 2019.

Com o voluntariado de estudantes de diversas engenharias da UFRGS, duas turmas multidisciplinares se formaram e vivenciaram, uma vez cada, as duas abordagens de ensino. Ao final de cada aula, todos os voluntários foram submetidos a testes de validação do conhecimento sobre o conteúdo ministrado e a um questionário de percepção da aula decorrida. Com os dados colecionados ao longo das quatro aulas ministradas, pôde-se tirar algumas conclusões.

Dentro das limitações apresentadas por esta pesquisa e do contexto no qual foi aplicada, a abordagem PBL se mostrou vantajosa em relação à abordagem expositiva, quer no aprendizado conceitual, quer no desenvolvimento de habilidades valorizadas na formação do engenheiro como trabalho em equipe, comunicação e proatividade.

Para os conteúdos abordados em aula, componentes de súmula de Diagnóstico e Controle de Impactos Ambientais, a utilização da metodologia PBL em um período regular de aula foi eficiente. O conhecimento adquirido com esta abordagem refletiu em média conceitual - obtidas através de testes tradicionais de avaliação de conhecimento - superiores às médias adquiridas com aulas expositivas, corroborando o indicado pela literatura: alunos PBL retêm melhor e por mais tempo o conteúdo estudado.

A construção das aulas PBL significou, para os dois temas lecionados, selecionar menos de 20% do número de *slides* que formavam o material didático expositivo. Ou seja, salvo o cuidado para formular a situação-problema, é possível montar uma aula baseada em problemas simplificando o material já pronto e disponível.

Além disto, o experimento inferiu o uso de *smartphones* durante as aulas PBL como uma ferramenta de auxílio na busca pelo saber que, ao invés de servir como distração aos discentes, os proporcionou pesquisas *online* e debates sobre a informação coletada.

Assim, nas condições em que esta pesquisa tomou forma, pode-se contribuir à pergunta que inspirou este trabalho de maneira positiva: a metodologia de ensino Aprendizagem Baseada em Problemas se mostrou uma ferramenta eficiente e eficaz capaz de atender às demandas de competências e atitudes requeridas pelas novas DCN para os cursos

de Engenharia. Entretanto não se pode validar esta conclusão para todos os contextos de ensino pois não foi testada em todos eles.

Algumas condições de contorno do trabalho foram essenciais para os resultados obtidos tais como a pré-disposição dos alunos envolvidos ao se voluntariar, o tamanho das turmas e os conteúdos abordados. Para que a resposta da pergunta que instigou o desenvolvimento desta pesquisa seja mais conclusiva, sugere-se os seguintes trabalhos futuros:

- Comparação de eficácia e eficiência entre aula expositiva e Aprendizagem Baseada em Problemas em conteúdos de disciplinas de base como Cálculo, Física;
- Comparação de eficácia e eficiência entre aula expositiva e Aprendizagem Baseada em Problemas em conteúdos de disciplinas exatas como mecânicas aplicadas;
- Análise de eficiência e eficácia ao se aplicar o PBL total, ao longo de toda uma disciplina, ou parcial, limitado a conteúdos específicos da disciplina;
- Revisão Bibliográfica ampla sobre métodos avaliativos.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHOR, S. O jeito harvard de ser feliz. *São Paulo: Saraiva*, 2012. Citado na página 24.
- AMARAL, D.; DEDINI, F. *O ensino de engenharia no Brasil*. Disponível em <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/20/st/t/t151.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2019. Citado na página 14.
- BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New directions for teaching and learning*, Wiley Online Library, v. 1996, n. 68, p. 3–12, 1996. Citado na página 20.
- BECKER, F. Aprendizagem e ensino: contribuições da epistemologia genética. *VON LINSINGEN, I. et al*, p. 179–196, 1999. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 22.
- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem baseada em problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, Fundação Cesgranrio, v. 22, n. 83, p. 263–293, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- BRANDA, L. A. A aprendizagem baseada em problemas: o resplendor tão brilhante de outros tempos. *Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior*, Summus São Paulo, v. 2, p. 205–236, 2009. Citado na página 20.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Processo nº 23001-000344/2001-01. Carlos Alberto Serpa de Oliveira (Relator), Francisco César de Sá Barreto e Roberto Claudio Frota Bezerra. Brasília. 2001. Citado na página 17.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Processo nº 23001.000141/2015-11. Comissão: Luiz Roberto Liza Curi, Antonio Carbonari Netto, Francisco César de Sá Barreto e Paulo Monteiro Vieira Braga Barone. Relator: Antonio de Araujo Freitas Júnior. Porto Alegre. 2019. Citado 4 vezes nas páginas 14, 17, 23 e 55.
- CRIPPA, J. A. *Nomofobia: a dependência do telefone celular. Este é o seu caso?* 2017. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/blog/letra-de-medico/nomofobia-a-dependencia-do-telefone-celular-este-e-o-seu-caso/>>. Citado na página 56.
- CYRINO, E. G.; TORALLES-PEREIRA, M. L. Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. *Cadernos de Saúde Pública*, SciELO Public Health, v. 20, p. 780–788, 2004. Citado na página 23.
- DEWEY, J. *Democracia e educação: introdução à filosofia da educação*. [S.l.]: Companhia Editora Nacional, 1959. Citado na página 21.
- DIAS, E. R. F. N. C. Metodologia pbl e o processo de avaliação no curso de medicina de uma universidade pública de minas gerais-mg. Nenhuma citação no texto.

DUCH, B. J. Problem-based learning in physics: The power of students teaching students. *Journal of College Science Teaching*, ERIC, v. 15, n. 5, p. 326–29, 1996. Citado na página 19.

ENGENHARIA, U. Escola de. *A competição atraiu muitos espectadores para o auditorio 600*. 2015. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/engenharia/wp/competicao-de-pontes-de-espagete-tem-novos-campeoes/img\\_8007/](http://www.ufrgs.br/engenharia/wp/competicao-de-pontes-de-espagete-tem-novos-campeoes/img_8007/)>. Citado na página 38.

FERNANDES, L. et al. Finep no século xxi. *Rio de Janeiro*, 2011. Citado na página 14.

FILHO, E. E.; RIBEIRO, L. R. d. C. Aprendendo com pbl—aprendizagem baseada em problemas: Relato de uma experiência em cursos de engenharia da eesc-usp. 12 2019. Citado 3 vezes nas páginas 19, 21 e 27.

FOLHA. *Ranking de universidades*. 2019. Disponível em <<https://ruf.folha.uol.com.br/2019/ranking-de-universidades/principal/>>. Acesso em: 28 dez. 2019. Citado na página 22.

KEMBER, D. A reconceptualisation of the research into university academics' conceptions of teaching. *Learning and instruction*, Elsevier, v. 7, n. 3, p. 255–275, 1997. Citado na página 23.

LEITE, L.; AFONSO, A. S. Aprendizagem baseada na resolução de problemas: Características, organização e supervisão. Associação de Ensinantes de Ciências de Galicia (ENCIGA), 2001. Citado 3 vezes nas páginas 19, 21 e 23.

MARGETSON, D. Why is problem-based learning a challenge. *The challenge of problem based learning*, Kogan Page Limited. Inc, p. 42–50, 1997. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 25.

MENNIN, S. et al. Position paper on problem-based learning. *Education for Health (Abingdon, England)*, v. 16, n. 1, p. 98–113, 2003. Citado na página 19.

NETO, O. M. et al. Desafios da educação em engenharia: Formação em engenharia, capacitação docente, experiências. 2014. Citado na página 24.

PEREIRA, C. F. et al. Aprendizagem baseada em problemas (abp)—uma proposta inovadora para os cursos de engenharia. *Simpósio de Engenharia de Produção—XIV SIMPEP 2007*, 2007. Nenhuma citação no texto.

POWELL, P. From classical to project-led education. *Project Based Learning. Braga: Published by Programme Socrates*, 2000. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.

RIBEIRO, L. R. d. C. *Radiografia de uma aula em engenharia*. [S.l.]: Edufscar, 2007. Citado 6 vezes nas páginas 13, 20, 22, 23, 26 e 37.

RIBEIRO, L. R. d. C. et al. A aprendizagem baseada em problemas (pbl): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores. Universidade Federal de São Carlos, 2005. Citado na página 25.

RIBEIRO, L. R. de C. Aprendizagem baseada em problemas (pbl) na educação em engenharia. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 27, n. 2, p. 23–32, 2008. Citado 11 vezes nas páginas 13, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 e 28.



SOUZA, J. I. R. M. d. Análise da eficiência da utilização de diferentes abordagens audiovisuais no ensino de engenharia civil. 2019. Nenhuma citação no texto.

SOUZA, S. C. d.; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (abp): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. *Holos*, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, v. 5, p. 182–200, 2015. Citado na página 25.

TOMAZ, J. B. O desenho de currículo. *Mamede S, Penaforte J, orgs. Aprendizagem baseada em problemas. Anatomia de uma nova abordagem educacional. Fortaleza: Hucitec, Escola de Saúde Pública do Ceará*, p. 109–139, 2001. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.

Zarnadini, P.; Garcia, G. *Engenharia para empreendedores*. 2016. Disponível em: <[https://issuu.com/engenhariaufrgs/docs/informativo\\_ee](https://issuu.com/engenhariaufrgs/docs/informativo_ee)>. Citado na página 37.

ZEICHNER, K. M.; TABACHNICK, B. R.; DENSMORE, K. Individual, institutional, and cultural influences on the development of teachers' craft knowledge. *Exploring teachers' thinking*, Cassell London, p. 21–59, 1987. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 24.

# Apêndices

# APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE INTERESSE

# Vamos trabalhar juntos pelo desenvolvimento do ensino?

Convite para participar de um pesquisa de TCC com enfoque em educação.

Para participar é necessário:

1. Estar cursando engenharia na UFRGS:.
2. Nunca ter iniciado Diagnóstico e Controle de Impactos Ambientais.

Benefícios em participar:

1. Contribuir para o desenvolvimento da educação;
2. Ajudar a Sibeli a se formar :)

Tempo de pesquisa:

- Duas semanas - duas aulas de dois períodos.

Quando:

- Entre final de Outubro e início de Novembro (com atenção às datas de provas para não sobrecarregar ninguém)

Onde:

- UFRGS - Campus Centro

**\*Obrigatório**

1. **Oi! Meu nome é Sibeli, e o teu? (Deixe seu nome completo, por favor) \***



**2. Qual o seu curso? \***

Marcar apenas uma oval.

- Engenharia Ambiental
- Engenharia Cartográfica
- Engenharia Civil
- Engenharia Elétrica
- Engenharia Física
- Engenharia Hídrica
- Engenharia Mecânica
- Engenharia Metalúrgica
- Engenharia Química
- Engenharia de Alimentos
- Engenharia de Computação
- Engenharia de Controle e Automação
- Engenharia de Energia
- Engenharia de Materiais
- Engenharia de Minas
- Engenharia de Produção

3. Em que ano e semestre ingressou na UFRGS? (ex: 2015/2) \*



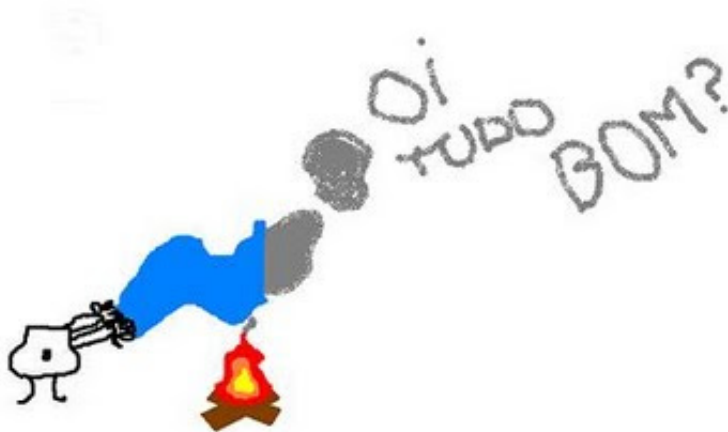
4. Está disposto ou disposta a participar de uma pesquisa que acontecerá entre outubro e novembro, durará entre duas e quatro semanas com dois encontros de duas horas cada e tem como objetivo comparar o modelo de aula convencional e um modelo de aprendizagem baseada em problemas? \*



Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não :(

5. Qual a melhor maneira de eu entrar em contato com você? \*



Marque todas que se aplicam.

- E-mail
- WhatsApp
- Outro: \_\_\_\_\_

6. Deixa aqui seu e-mail ou celular! \*

\_\_\_\_\_

APÊNDICE B – APRESENTAÇÃO DA  
AULA EXPOSITIVA A RESPEITO DAS  
RESOLUÇÕES CONAMA 396/08 E 420/09



## Aula 1 – Legislação Ambiental do CONAMA



*“Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”*



QUAL A RELEVÂNCIA DA LEGISLAÇÃO  
AMBIENTAL DENTRO DA ENGENHARIA?

- Conselho Nacional de Meio Ambiente
- Criado pela Política Nacional de Meio Ambiente Lei 6.938/81
- Órgão consultivo e deliberativo
- Presidido pelo Ministro do Meio Ambiente
- <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>



CONAMA

## Legislação de Qualidade do Solo e da Água Subterrânea

## CONAMA 396/2008

Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das **águas subterrâneas** e dá outras providências.

- I - **águas subterrâneas**: águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo;
- IV - **classe de qualidade**: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais e futuros;
- V - **classificação**: qualificação das águas subterrâneas em função de padrões de qualidade que possibilite o seu enquadramento;
- VIII - **enquadramento**: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (Classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um aquífero, conjunto de aquíferos ou porção desses, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

### CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

IX - **Limite de Detecção do Método (LDM)**: menor concentração de uma substância que pode ser detectada, mas não necessariamente quantificada, pelo método utilizado;  
X - **Limite de Quantificação Praticável (LQP)**: menor concentração de uma substância que pode ser determinada quantitativamente com precisão e exatidão, pelo método utilizado;  
XI - **Limite de Quantificação da Amostra (LQA)**: LQP ajustado para as características específicas da amostra analisada;  
XIII - **monitoramento**: medição ou verificação de parâmetros de qualidade ou quantidade das águas subterrâneas, em frequência definida;

## CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

XIV - **padrão de qualidade**: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água, estabelecido com base nos valores de referência de qualidade e nos valores máximos permitidos para cada um dos usos preponderantes;  
XV - **parâmetro de qualidade da água**: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;  
XVI - **remediação**: técnica ou conjunto de técnicas utilizadas para a remoção ou atenuação dos contaminantes presentes na água subterrânea;  
XIX - **Valor de Referência de Qualidade-VRQ**: concentração ou valor de um dado parâmetro que define a qualidade natural da água subterrânea; e  
XX - **Valor Máximo Permitido-VMP**: limite máximo permitido de um dado parâmetro, específico para cada uso da água subterrânea.

## CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

I - **Classe Especial**: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial;

II - **Classe 1**: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

III - **Classe 2**: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

IV - **Classe 3**: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

V - **Classe 4**: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo; e

VI - **Classe 5**: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso.

## CAPÍTULO II DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

## CAPÍTULO II DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



LAGOA DO JACARÉ  
BALNEÁRIO RINCÃO - SC



## CAPÍTULO II DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Art. 4o Os **Valores Máximos Permitidos - VMP** para o respectivo uso das águas subterrâneas deverão ser observados quando da sua utilização, com ou sem tratamento, independentemente da classe de enquadramento.

Art. 5o As **águas subterrâneas da Classe Especial** deverão ter suas condições de qualidade naturais mantidas.

Art. 6o Os **padrões das Classes 1 a 4** deverão ser estabelecidos com base nos **Valores de Referência de Qualidade-VRQ**, determinados pelos órgãos competentes, e nos **Valores Máximos Permitidos para cada uso preponderante**, observados os **Limites de Quantificação Praticáveis-LQP**s apresentados no Anexo I.

Parágrafo único. Os parâmetros que apresentarem VMP para apenas um uso serão válidos para todos os outros usos, enquanto VMPs específicos não forem estabelecidos pelo órgão competente.

### CAPÍTULO III DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Art. 11. As águas subterrâneas de Classe 5 não terão condições e padrões de qualidade conforme critérios utilizados nesta Resolução.

Art. 17 (...)

VI - no caso de uma substância ocorrer em concentrações abaixo dos limites de quantificação praticável-LQP, aceitar-se-á o resultado como ausente para fins de atendimento desta Resolução;

### CAPÍTULO III DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Parâmetros	Nº CAS	Uso Preponderante da Água			LQP Praticável - LQP
		Consumo Humano	Descontaminação de aquífero	Recreação	
<b>Isorgânicos</b>					
Alumínio	7429-90-3	200 (1)	5.000	5.000	200
Antimônio	7440-36-0	5			5
Ársênio	7440-38-2	10	200		50
Bário	7440-39-3	500			1.000
Berílio	7440-41-7	4	100	100	4
Boro	7440-42-4	500 (2)	5.000	500 (4)	1.000
Cádmio	7440-43-8	5	50	10	5
Chumbo	7440-46-1	10	100	5.000	50
Cinco	57-12-5	70			100
Cromo	16887-95-6	250.000 (1)	100.000; 200.000		400.000
Cobalto	7440-48-4		1.000	50	10
Cúprico	7440-50-8	2.000	500	200	1.000
Cálcio	(2-11) (100051)				
(Cr III - Cr VI)	(2-11) (1854298)	50	1.000	100	50

### ANEXO I

## CONAMA 420/2009

Dispõe sobre critérios e valores orientadores de **qualidade do solo** quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

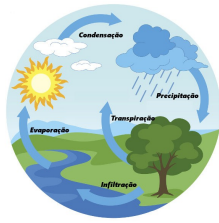
São funções principais do solo:



### CAPÍTULO I DAS DISPOSIÇÕES GERAIS



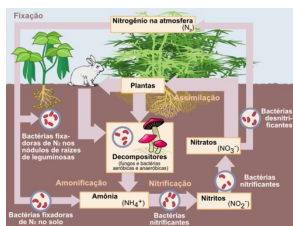
I - servir como meio básico para a **sustentação da vida** e de habitat para pessoas, animais, plantas e outros organismos vivos;



II - manter o ciclo da água e dos nutrientes;



III - servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo;



IV - agir como filtro natural, tampão e meio de adsorção, degradação e transformação de substâncias químicas e organismos;



V - proteger as águas superficiais e subterrâneas;



VI - servir como fonte de informação quanto ao patrimônio natural, histórico e cultural;



VII - constituir fonte de recursos minerais; e



VIII - servir como meio básico para a ocupação territorial, práticas recreacionais e propiciar outros usos públicos e econômicos.

X - **Limite de Detecção do Método-LDM** - menor concentração de uma substância que pode ser detectada, mas não necessariamente quantificada, pelo método utilizado;  
 XI - **Limite de Quantificação Praticável-LQP** - menor concentração de uma substância que pode ser determinada quantitativamente, com precisão e exatidão, pelo método utilizado;  
 XII - **Limite de Quantificação da Amostra-LQA** - LQP ajustado para as características específicas da amostra analisada;  
 XVII - **Remediação**: uma das ações de intervenção para reabilitação de área contaminada, que consiste em aplicação de técnicas, visando a remoção, contenção ou redução das concentrações de contaminantes;  
 XVIII - **Reabilitação**: ações de intervenção realizadas em uma área contaminada visando atingir um risco tolerável, para o uso declarado ou futuro da área;

## CAPÍTULO I DAS DISPOSIÇÕES GERAIS



## REABILITAÇÃO EXEMPLO

XXI - **Valores Orientadores**: são concentrações de substâncias químicas que fornecem orientação sobre a qualidade e as alterações do solo e da água subterrânea;  
 XXII - **Valor de Referência de Qualidade-VRQ**: é a concentração de determinada substância que define a qualidade natural do solo, sendo determinado com base em interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solos;  
 XXIII - **Valor de Prevenção-VP**: é a concentração de valor limite de determinada substância no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais de acordo com o art. 3º.  
 XXIV - **Valor de Investigação-VI**: é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado.

## CAPÍTULO I DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 13. Ficam estabelecidas as seguintes classes de qualidade dos solos, segundo a concentração de substâncias químicas:

I - **Classe 1** - Solos que apresentam concentrações de substâncias químicas menores ou iguais ao VRQ;  
 II - **Classe 2** - Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior do que o VRQ e menor ou igual ao VP;  
 III - **Classe 3** - Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior que o VP e menor ou igual ao VI; e  
 IV - **Classe 4** - Solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior que o VI.

## CAPÍTULO II DOS CRITÉRIOS E VALORES ORIENTADORES DE QUALIDADE DO SOLO

Art. 20. Após a classificação do solo deverão ser observados os seguintes procedimentos de prevenção e controle da qualidade do solo:

I - **Classe 1**: não requer ações;  
 II - **Classe 2**: poderá requerer uma avaliação do órgão ambiental, incluindo a verificação da possibilidade de ocorrência natural da substância ou da existência de fontes de poluição, com indicativos de ações preventivas de controle, quando couber, não envolvendo necessariamente investigação;  
 III - **Classe 3**: requer identificação da fonte potencial de contaminação, avaliação da ocorrência natural da substância, controle das fontes de contaminação e monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea; e  
 IV - **Classe 4**: requer as ações estabelecidas no Capítulo IV.

## CAPÍTULO III DA PREVENÇÃO E CONTROLE DA QUALIDADE DO SOLO

Art. 21. São princípios básicos para o **gerenciamento de áreas contaminadas**:

- I - a geração e a disponibilização de informações;
- II - a articulação, a cooperação e integração interinstitucional entre os órgãos da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, os proprietários, os usuários e demais beneficiados ou afetados;
- III - a gradualidade na fixação de metas ambientais, como subsídio à definição de ações a serem cumpridas;
- IV - a racionalidade e otimização de ações e custos;
- V - a responsabilização do causador pelo dano e suas consequências; e,
- VI - a comunicação de risco.

---

#### **CAPÍTULO IV** DAS DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

---

Art. 23. Para o **gerenciamento de áreas contaminadas**, o órgão ambiental competente deverá instituir procedimentos e ações de investigação e de gestão, que contemplem as seguintes etapas, conforme ilustrado no Anexo III:

I - **Identificação**: etapa em que serão identificadas áreas suspeitas de contaminação com base em avaliação preliminar, e, para aquelas em que houver indícios de contaminação, deve ser realizada uma investigação confirmatória, as expensas do responsável, segundo as normas técnicas ou procedimentos vigentes.

---

#### **CAPÍTULO IV** DAS DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

---

Art. 24. Será considerada **Área Suspeita de Contaminação – AS**, pelo órgão ambiental competente, aquela em que, após a realização de uma avaliação preliminar, forem observados indícios da presença de contaminação ou identificadas condições que possam representar perigo.

Art. 25. Será declarada **Área Contaminada sob Investigação – AI**, pelo órgão ambiental competente, aquela em que comprovadamente for constatada, mediante investigação confirmatória, a contaminação com concentrações de substâncias no solo ou nas águas subterrâneas acima dos valores de investigação.

Parágrafo único. Quando a concentração de uma substância for reconhecida pelo órgão ambiental competente como de ocorrência natural, a área não será considerada contaminada sob investigação, entretanto será necessária a implementação de ações específicas de proteção à saúde humana pelo poder público competente.

---

#### **CAPÍTULO IV** DAS DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

---

Art. 22. O gerenciamento de áreas contaminadas deverá conter procedimentos e ações voltadas ao atendimento dos seguintes objetivos:

- I - eliminar o perigo ou reduzir o risco à saúde humana;
- II - eliminar ou minimizar os riscos ao meio ambiente;
- III - evitar danos aos demais bens a proteger;
- IV - evitar danos ao bem estar público durante a execução de ações para reabilitação; e
- V - possibilitar o uso declarado ou futuro da área, observando o planejamento de uso e ocupação do solo.

---

#### **CAPÍTULO IV** DAS DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

---

II - **Diagnóstico**: etapa que inclui a investigação detalhada e avaliação de risco, as expensas do responsável, segundo as normas técnicas ou procedimentos vigentes, com objetivo de subsidiar a etapa de intervenção, após a investigação confirmatória que tenha identificado substâncias químicas em concentrações acima do valor de investigação.

III - **Intervenção**: etapa de execução de ações de controle para a eliminação do perigo ou redução, a níveis toleráveis, dos riscos identificados na etapa de diagnóstico, bem como o monitoramento da eficácia das ações executadas, considerando o uso atual e futuro da área, segundo as normas técnicas ou procedimentos vigentes.

---

#### **CAPÍTULO IV** DAS DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

---

Art. 26. Será declarada **Área Contaminada sob Intervenção-ACI**, pelo órgão ambiental competente, aquela em que for constatada a presença de substâncias químicas em fase livre ou for comprovada, após investigação detalhada e avaliação de risco, a existência de risco à saúde humana.

Art. 27. Será declarada **Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação-AMR**, pelo órgão ambiental competente, aquela em que o risco for considerado tolerável, após a execução de avaliação de risco.

---

#### **CAPÍTULO IV** DAS DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

---

APÊNDICE C – APRESENTAÇÃO DA  
AULA PBL A RESPEITO DAS  
RESOLUÇÕES CONAMA 396/08 E 420/09

# Aula 1 – Legislação Ambiental do CONAMA



Você foi contratado para trabalhar em uma empresa de consultoria e um dos seus primeiros projetos consiste em fazer a análise de Engenharia para a aquisição de um terreno por uma indústria de alimentos na região metropolitana de Porto Alegre, incluindo a análise das questões ambientais.

No terreno antigamente funcionava uma indústria calçadista.

## EXERCÍCIO

*“Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”*



## QUAL A RELEVÂNCIA DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL DENTRO DA ENGENHARIA?



## CAPÍTULO II DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Art. 11. As águas subterrâneas de Classe 5 não terão condições e padrões de qualidade conforme critérios utilizados nesta Resolução.

Art. 17 (...)

VI - no caso de uma substância ocorrer em concentrações abaixo dos limites de quantificação praticável-LQP, aceitar-se-á o resultado como ausente para fins de atendimento desta Resolução;

## CAPÍTULO III DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

**São funções principais do solo:**

- I - servir como meio básico para a sustentação da vida e de habitat para pessoas, animais, plantas e outros organismos vivos;
- II - manter o ciclo da água e dos nutrientes;
- III - servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo;
- IV - agir como filtro natural, tampão e meio de adsorção, degradação e transformação de substâncias químicas e organismos;
- V - proteger as águas superficiais e subterrâneas;
- VI - servir como fonte de informação quanto ao patrimônio natural, histórico e cultural;
- VII - constituir fonte de recursos minerais; e
- VIII - servir como meio básico para a ocupação territorial, práticas recreacionais e propiciar outros usos públicos e econômicos.

## CAPÍTULO I DAS DISPOSIÇÕES GERAIS



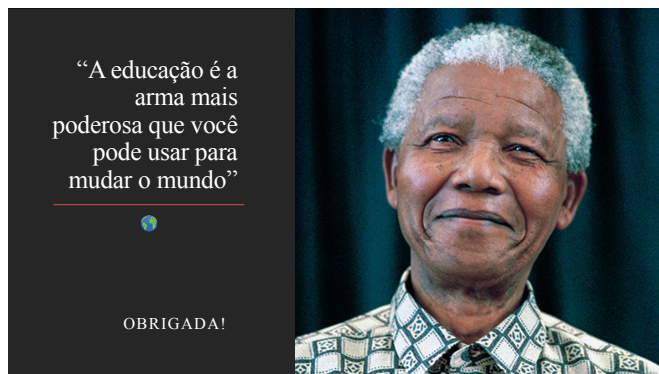
Art. 22. O gerenciamento de áreas contaminadas deverá conter procedimentos e ações voltadas ao atendimento dos seguintes objetivos:

- I - eliminar o perigo ou reduzir o risco à saúde humana;
- II - eliminar ou minimizar os riscos ao meio ambiente;
- III - evitar danos aos demais bens a proteger;
- IV - evitar danos ao bem estar público durante a execução de ações para reabilitação; e
- V - possibilitar o uso declarado ou futuro da área, observando o planejamento de uso e ocupação do solo.

---

#### **CAPÍTULO IV** DAS DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

---



APÊNDICE D – MATERIAL DE APOIO  
DAS AULAS A RESPEITO DAS  
RESOLUÇÕES CONAMA 396/08 E 420/09

Síntese de resultados laborais:

Compostos	No CAS	LQ	Resultado
1,1,2-tricloroetano	79-01-6	5	<5
1,1-dicloroetano	75-35-4	5	<5
1,2,3-tricolorobenzeno	87- 61-6	5	<5
1,2,4-triclorobenzeno	120-82-1	5	<5
1,2-diclorobenzeno	95-50-1	5	<5
1,2-dicloroetano	107-06-2	5	7
1,3,5-tricolorobenzeno	108-70-3	5	<5
1,4-diclorobenzeno	106-46-7	5	127
Acrilamida	79-06-1	0,15	<0,15
Alumínio	7429-90-5	50	<50
Antimônio	7440-36-0	5	<5
Arsênio	7440-38-2	8	10
Bário	7440-39-3	20	<20
Benzeno	71-43-2	2	<2
Benzo antraceno	56-55-3	0,15	<0,15
Benzo fluoranteno	205-99-2	0,15	<0,15
Benzo pireno	50-32-8	0,15	<0,15
Benzo(k)fluoranteno	207-08-9	0,15	<0,15
Berílio	7440-41-7	4	<4
Boro	7440-42-8	200	<200
Cádmio	7440-43-9	5	<5
Chumbo	7439-92-1	10	<10
Cianeto	57-12-5	50	<50
Cloreto	16887-00-6	2000	<2000
Cloreto de vinila	75-01-4	2	<2
Clorofórmio	67-66-3	5	<5
Cobre	7440-50-8	50	<50
Criseno	218-01-9	0,15	<0,15
Cromo	18540299	10	237
Dibenzo antraceno	53-70-3	0,15	<0,15
Diclorometano	75-09-2	10	89
Estireno	100-42-5	5	<5
Etilbenzeno	100-41-4	5	<5
Ferro	7439-89-6	100	<100
Fluoreto	7782-41-4	500	836
Indeno(1,2,3)pireno	193-39-005	0,15	<0,15
Manganês	7439-96-5	25	<25
Mercúrio	7439-97-6	1	<1
Molibdênio	7439-98-7	10	<10
Níquel	7440-02-0	10	<10
Nitrato (expresso em N)	14797-55-8	300	<300
Nitrito (expresso em N)	14797-65-0	20	<20
Prata	7440-22-4	10	<10
Selênio	7782-49-2	10	<10
Sódio	7440-23-5	1000	<100
Tetracloroeto de carbono	56-23-5	2	<2
Tetracloroetano	127-18-4	5	25
Tolueno	108-88-3	5	304
Vanádio	7440-62-2	20	<20
(m+p) xileno	108-38-3/106-42-3	5	<5
o-xileno	95-47-6	5	<5
Zinco	7440-66-6	100	<100

APÊNDICE E – APRESENTAÇÃO DA  
AULA EXPOSITIVA SOBRE O RITO DO  
EIA-RIMA



## Da última aula...



## Hoje: licenciamento ambiental

CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988: Capítulo IV – do meio ambiente.

CONAMA 001/86: Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

CONAMA 237/97: Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.

## Licenciamento Ambiental

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:  
(...)

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

## Licença Ambiental

"(...) ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental."

CONAMA 237/97

## Licença Ambiental

É obrigação do empreendedor buscar o licenciamento junto ao órgão competente.



## Termo de referência

Definido pelo órgão ambiental competente o qual poderá deliberar ao empreendedor sua elaboração, reservando-se apenas ao papel de o julgar e aprovar;

Estabelece as diretrizes, conteúdo mínimo e abrangência do estudo ambiental exigido, atendendo ao que está disposto na Resolução CONAMA 001/86 para fins de licenciamento do projeto;

Exigências variam conforme o empreendimento.

## Termo de referência

Exigências variam conforme o empreendimento.



## Estudos Ambientais

(...) são todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco.

CONAMA 237/97

## Estudos Ambientais

Projeto Básico Ambiental (PBA) – CONAMA 006/87

Plano de Controle Ambiental (PCA) – CONAMA 009/90

Relatório de Controle Ambiental (RCA) – CONAMA 010/90

## EIA-RIMA

Estudo de Impacto Ambiental – EIA e Relatório de Impacto no Meio Ambiente – RIMA.

O EIA é um documento de natureza técnica, que tem como finalidade avaliar os impactos ambientais gerados por atividades e/ou empreendimentos potencialmente poluidores ou que possam causar degradação ambiental. Deverá contemplar a proposição de medidas mitigadoras e de controle ambiental, garantindo assim o uso sustentável dos recursos naturais.

Caderno de Licenciamento Ambiental  
Ministério do Meio Ambiente

## EIA-RIMA

O Relatório de Impacto Ambiental - RIMA deve refletir as conclusões do EIA e tem como objetivo informar à sociedade sobre os impactos, medidas mitigadoras e programas de monitoramento do empreendimento ou atividade. Para que esse objetivo seja atendido, o RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e de fácil compreensão. As informações devem ser apresentadas em linguagem acessível, acompanhadas de mapas, quadros, gráficos etc., de modo a que as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implantação, fiquem claras.

Caderno de Licenciamento Ambiental  
Ministério do Meio Ambiente

# EIA-RIMA

Artigo 5o - O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

I - Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;

II - Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;

CONAMA 01/86

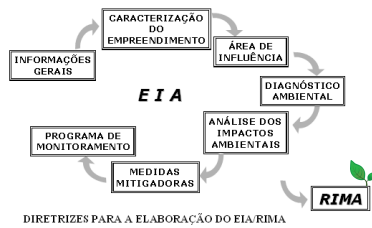
# EIA-RIMA

III - Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada **área de influência** do projeto, considerando, em todos os casos, a **bacia hidrográfica** na qual se localiza;

IV - Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade.

CONAMA 01/86

# EIA-RIMA



# Informações gerais

**RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL - RIMA**  
REQUISITO DE LICENÇA DE AMPLIAÇÃO DE ATIVIDADE MINERÁRIA (LCA-AM)

**PARTE I - CONCESSÃO DO EMPREENDIMENTO**

1. QUAIS O ASSUNTO(S) DO EMPREENDIMENTO E FICHA APLICADA?

1.1. Identificação do Projeto

1.1.1. Nome do Projeto: **Projeto de implantação de Usina Solar**

1.1.2. Localização: **Área de influência do empreendimento de base hidrográfica de RIMA, ...**

1.1.3. Caracterização: **Projeto de Construção e Operação**

1.2. Identificação do Empreendimento

1.2.1. Nome Social: **SOCIEDADE DE ECONOMIA MISTA S.A.**

1.2.2. CNPJ: **08.000.000/0001-00**

1.2.3. Endereço: **Av. Cuiabá, 1115 - CEP: 04030-000 - São Paulo - SP**

1.2.4. Responsável: **José Roberto de Almeida**

1.2.5. Telefone: **(085) - 3444.1111**

1.2.6. E-mail: **contato@empresa.com.br**

1.3. Identificação do empreendimento responsável

1.3.1. Nome Social: **PP - Associação Brasileira de Tecnologia de Permuta**

1.3.2. CNPJ: **08.000.000/0001-00**

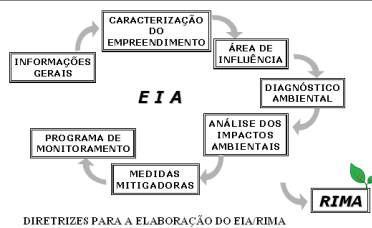
1.3.3. Endereço: **Av. Professor Luiz Heitor, 780 - Cidade Universitária - Recife/PE**

1.3.4. Responsável: **Professora Carolina Thomazini**

1.3.5. Telefone: **(81) 3333-3333**

1.3.6. E-mail: **contato@pp.com.br**

# EIA-RIMA



# DESCRIÇÃO DO PROJETO

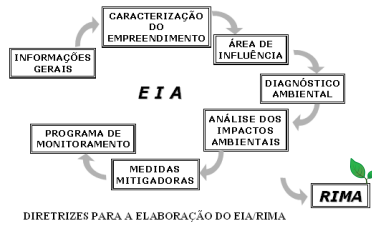
- I. Objetivos e justificativas;
- II. Localização do empreendimento;
- III. Dados técnicos;
- IV. Registros legais e outorgas;
- V. Alternativas tecnológicas e locais considerando a hipótese de não realização do empreendimento.

**OS REGIMES MINERÁRIOS**

O regulamento legal prevê atualmente 4 tipos de regimes legais de mineração:

- 1º. PESQUISA e CONCESSÃO DE LAVRA  
Aplicado a todos os bens minerais e etapas
2. **Requisimento de pesquisa** – prioridade sobre a área
3. **Ativaria de Pesquisa** – autorização para pesquisar
4. **Requisimento de Lavra** – prioridade ao direito de lavrar a jazida
5. **Concessão de Lavra** – autorização para lavrar

## EIA-RIMA



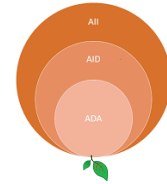
## Áreas de Influência

Comumente definidas:

Área Diretamente Afetada – ADA

Área de Influência Direta – AID

Área de Influência Indireta – AII



## Áreas Diretamente Afetada - ADA

Área necessária para a implantação do empreendimento; aquela que será modificada para que seja possível conceber a infra-estrutura do projeto, incluindo suas vias de acesso.



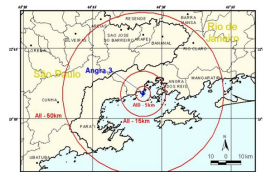
## Áreas de Influência Direta - AID

Área geográfica diretamente afetada pelos impactos decorrentes do empreendimento/projeto e corresponde ao espaço territorial contíguo e ampliado da ADA, e como esta, deverá sofrer impactos, tanto positivos quanto negativos. Tais impactos devem ser mitigados, compensados ou potencializados (se positivos) pelo empreendedor.



## Áreas de Influência Indireta - AII

Abrange um território que é afetado pelo empreendimento, mas no qual os impactos e efeitos decorrentes do empreendimento são considerados menos significativos do que nos territórios das outras duas áreas de influência (ADA e a AID). Nessa área tem-se como objetivo analítico propiciar uma avaliação da inserção regional do empreendimento. É considerado um grande contexto de inserção da área de estudo propriamente dita.



## Áreas de Influência

Artigo 6º - O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I - Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

CONAMA 01/86



## Áreas de Influência



## Áreas de Influência

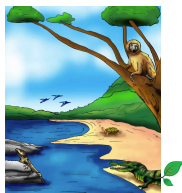
a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;



CONAMA 01/86

## Áreas de Influência

b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;



CONAMA 01/86

## Áreas de Influência

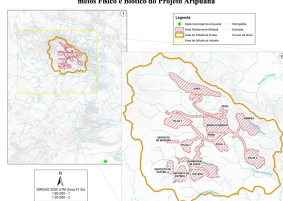
c) o meio sócio-econômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.



CONAMA 01/86

## Projeto Aripuanã - Mato Grosso

Figura 6-1 - Representação cartográfica das Áreas de Influência Direta e Indireta para os meios Físico e Biótico do Projeto Aripuanã



## Aterro Sanitário de Guarulhos



### Área de Influência Indireta (AI)

Corresponde à área real ou potencialmente sujeita aos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento. As definições são:

**Meio Físico e Biótico** = USRH-06 - Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.  
**Meio Socioeconômico** = Limites dos Municípios de São Paulo e Guarulhos.


### Área de Influência Direta (AD)

Corresponde à área que sofrerá os impactos diretos de implantação e operação do empreendimento. As definições são:

**Meio Físico e Biótico** = Sub-bacia Hidrográfica do rio Cabuçu de Cima, somando área equivalente a 13.029,5 hectares.  
**Meio Socioeconômico** = Limites do Município de Guarulhos.

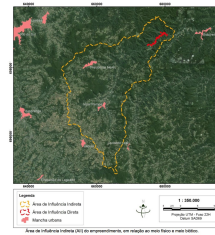
# Aterro Sanitário de Guarulhos

**Área de influência socioeconômica**

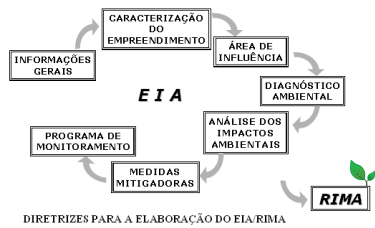


- Área de influência Indireta (AII)**  
Corresponde à área real ou potencialmente sujeita aos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento. As definições são:  
**Meio Físico e Biótico** - UGRHI-06 - Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.  
**Meio Socioeconômico** - Limites dos Municípios de São Paulo e Guarulhos.
- Área de influência Direta (AID)**  
Corresponde à área que sofrerá os impactos diretos de implantação e operação do empreendimento. As definições são:  
**Meio Físico e Biótico** - Sub-bacia Hidrográfica do rio Cabaçu de Cima, somando área equivalente a 13.009,5 hectares.  
**Meio Socioeconômico** - Limites do Município de Guarulhos.

# Barragem de contenção de cheias do Rio Itajaí



## EIA-RIMA



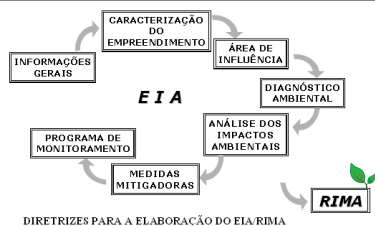
## EIA

Artigo 6º - O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I - Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto (...)

CONAMA 01/86

## EIA-RIMA



## EIA

II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

CONAMA 01/86

# APÊNDICE F – APRESENTAÇÃO DA AULA PBL SOBRE O RITO DO EIA-RIMA



## Da última aula...



## Exercício



Você foi convidado a participar de uma audiência pública a respeito do licenciamento ambiental do empreendimento Mina Guaíba. Afim de formar uma visão crítica a respeito das propostas da empresa responsável, você foi atrás de quais informações não podem faltar em um estudo de impacto ambiental e de que forma se delimitam as áreas afetadas por esses impactos. Descreva as informações e limites que encontrou.

## Licença Ambiental

É obrigação do empreendedor buscar o licenciamento junto ao órgão competente.



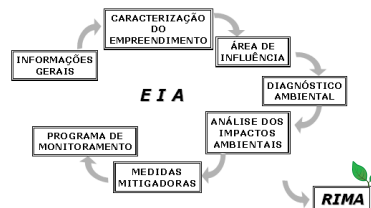
## Termo de referência

Definido pelo órgão ambiental competente o qual poderá deliberar ao empreendedor sua elaboração, reservando-se apenas ao papel de o julgar e aprovar:

Estabelece as diretrizes, conteúdo mínimo e abrangência do estudo ambiental exigido, atendendo ao que está disposto na Resolução CONAMA 001/86 para fins de licenciamento do projeto;

Exigências variam conforme o empreendimento.

## EIA-RIMA



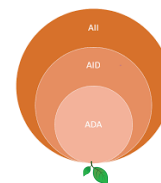
## DESCRIÇÃO DO PROJETO

- I. Objetivos e justificativas;
- II. Localização do empreendimento;
- III. Dados técnicos;
- IV. Registros legais e outorgas;
- V. Alternativas tecnológicas e locacionais considerando a hipótese de não realização do empreendimento.



## Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada – ADA
- Área de Influência Direta – AID
- Área de Influência Indireta - AII



## Áreas de Influência

Meio físico



Meio biótico



Meio sócio-econômico



## EIA-RIMA

Estudo de Impacto Ambiental – EIA e Relatório de Impacto no Meio Ambiente – RIMA.

O EIA é um documento de natureza técnica, que tem como finalidade avaliar os impactos ambientais gerados por atividades e/ou empreendimentos potencialmente poluidores ou que possam causar degradação ambiental. Deverá contemplar a proposição de medidas mitigadoras e de controle ambiental, garantindo assim o uso sustentável dos recursos naturais.

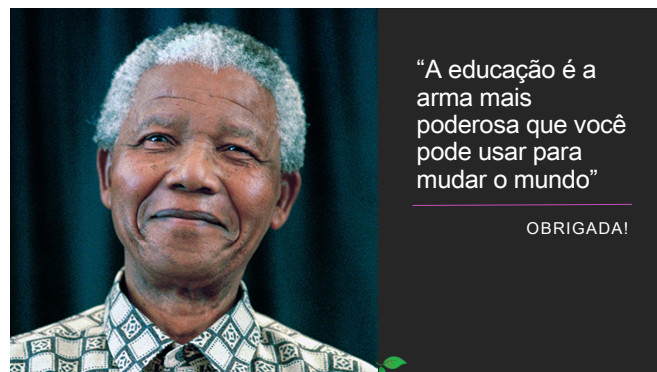
Caderno de Licenciamento Ambiental  
Ministério do Meio Ambiente

## EIA-RIMA

Parágrafo único - O RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada a sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implementação.



CONAMA 01/86



# APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO CONCEITUAL - RESOLUÇÕES CONAMA

Nome:

Curso:

Cartão UFRGS:

### QUESTIONÁRIO CONCEITUAL

1. A legislação federal que trata da classificação e das diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas é:

- (A) CONAMA 357/2005
- (B) CONAMA 420/2009
- (C) CONAMA 001/1986
- (D) CONAMA 396/2008
- (E) CONAMA 275/2001

2. (Concurso Fundação Universa – adaptada) Assinale a alternativa que associa corretamente um termo e sua respectiva definição:

- (A) **Limite de detecção do método (LDM):** é a menor concentração de uma substância que pode ser determinada quantitativamente, com precisão e exatidão.
- (B) **Limite de quantificação praticável (LQP):** é a menor concentração de uma substância que pode ser detectada, mas não necessariamente quantificada.
- (C) **Valor de investigação (VI):** é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima do qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana.
- (D) **Valor orientador (VO):** é a concentração de determinada substância no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais.
- (E) **Valor de prevenção (VP):** é a concentração de substâncias químicas que fornecem orientação relativa à qualidade e às alterações do solo e da água subterrânea.

3. (Concurso FUNCERN – adaptada) Sobre a resolução do CONAMA que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo é correto afirmar que:

- (A) Considera que a gestão de áreas contaminadas inclui as situadas em ambientes estuarinos submersos.
- (B) Considera como uma das funções principais do solo agir como filtro natural de degradação de substâncias químicas.
- (C) Estabelece critérios para coleta e preservação de amostras de solos contaminados em áreas industriais.
- (D) Estabelece critérios para prevenção, proteção e controle da qualidade do solo, do subsolo e da interface com as águas subterrâneas.

4. Um amigo seu está estagiando em uma empresa de corporação imobiliária e comenta sobre um novo empreendimento residencial a ser realizado na zona norte da cidade: “Encontramos um terreno muito bem localizado próximo ao Parque Germânia a um preço ótimo. Descobrimos, através de ensaios amostrais do solo do terreno, que o mesmo se encontra com concentração de xilenos um pouco acima do limite de investigação estabelecido pela legislação e acreditamos que por isso o proprietário vendeu o terreno a um valor econômico. Ele não deve ter muito conhecimento a respeito do assunto, pois visto que é apenas uma substância majorada em menos de 10% ao estabelecido pelo CONAMA, não há necessidade de remediação do terreno e o mesmo se encontra propício ao uso.”

Dê seu parecer quanto ao exposto no verso desta página.

# APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO - RESOLUÇÕES CONAMA



**Nome:**

**Curso:**

**Cartão UFRGS:**

### QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DO ALUNO

Julgue as afirmações abaixo e responda as questões que seguem com base numa escala de 1 a 5 onde:

- 1: Discordo totalmente
- 2: Discordo
- 3: Indiferente
- 4: Concordo
- 5: Concordo totalmente

OU

- 1: Muito pior
- 2: Pior
- 3: Igual
- 4: Melhor
- 5: Muito melhor

1. A aula que você teve é semelhante à maioria das aulas que você tem no seu curso.

1       2       3       4       5

2. Como você considera a aula que teve em relação às aulas que usualmente tem no seu curso?

1       2       3       4       5

3. Como você considera a motivação da professora em relação aos professores que usualmente têm no seu curso?

1       2       3       4       5

4. Você desenvolveu uma visão holística sobre o assunto abordado na aula.

1       2       3       4       5

5. Você pôde refletir sobre os impactos de soluções de Engenharia nos contextos sociais, legais, econômicos e ambientais durante a aula.

1       2       3       4       5

6. Você exercitou suas habilidades de comunicação, seja oral, escrita ou gráfica, durante a aula.

1       2       3       4       5

7. Você foi proativo em algum momento da aula.

1

2

3

4

5

8. Você interagiu de forma construtiva e colaborativa com diferentes colegas.

1

2

3

4

5

9. Você construiu um consenso em grupo.

1

2

3

4

5

10. Você aprendeu um novo conceito de forma autônoma.

1

2

3

4

5

11. O acesso à internet - através do celular, tablet, notebook ou outra interface - colaborou para o conhecimento adquirido em aula.

1

2

3

4

5

# APÊNDICE I – RETORNO DA TURMA A QUANTO À AULA EXPOSITIVA

Turma A 31/10/2019	Questionário de percepção – Resoluções CONAMA - Metodologia convencional														Média	Desvio
	V. 1	V. 2	V. 3	V. 5	V. 6	V. 9	V. 10	V. 11	V. 13	V. 15	V. 16	V. 18	V. 19	V. 26		
1. A aula que você teve é semelhante à maioria das aulas que você tem no seu curso.	2	4	3	5	5	4	5	4	5	4	2	4	4	5	<b>4,00</b>	1,00
2. Como você considera a aula que teve em relação às demais aulas que usualmente tem no seu curso?	4	3	5	3	4	4	4	4	2	2	5	4	3	4	<b>3,64</b>	0,89
3. Como você considera a motivação da professora em relação aos professores que usualmente têm no seu curso?	5	5	5	2	5	4	5	5	4	4	5	4	3	5	<b>4,36</b>	0,89
4. Você desenvolveu uma visão holística sobre o assunto abordado na aula.	5	3	4	3	2	5	3	5	4	4	4	3	2	3	<b>3,57</b>	0,98
5. Você pôde refletir sobre os impactos de soluções de Engenharia nos contextos sociais, legais, econômicos e ambientais durante a aula.	5	2	5	4	2	5	4	4	5	4	4	4	2	3	<b>3,79</b>	1,08
6. Você exercitou suas habilidades de comunicação, seja oral, escrita ou gráfica, durante a aula.	5	3	4	2	1	3	5	1	3	1	4	2	2	2	<b>2,71</b>	1,33
7. Você foi proativo em algum momento da aula.	4	1	4	1	3	3	5	3	4	1	5	4	2	1	<b>2,93</b>	1,44
8. Você interagiu de forma construtiva e colaborativa com diferentes colegas.	4	4	4	2	2	4	3	4	2	3	4	3	4	2	<b>3,21</b>	0,86
9. Você construiu um consenso em grupo.	4	5	3	3	2	3	3	4	2	1	5	1	2	1	<b>2,79</b>	1,32
10. Você aprendeu um novo conceito de forma autônoma.	4	3	5	1	1	4	2	2	2	1	3	1	1	2	<b>2,29</b>	1,28
11. O acesso à internet – através do celular, tablet, notebook ou outra interface – colaborou para o conhecimento adquirido.	3	1	5	3	1	3	2	1	4	1	5	1	3	1	<b>2,43</b>	1,45

# APÊNDICE J – RETORNO DA TURMA B QUANTO À METODOLOGIA PBL

Turma B 01/11/2019	Questionário de percepção – Resoluções CONAMA – Metodologia PBL														Média	Desvio					
	V. 17	V. 21	V. 23	V. 24	V. 25	V. 27	V. 28	V. 29	V. 30	V. 31	V. 32	V. 33	V. 34	V. 35			V. 36	V. 37	V. 38	V. 40	
1. A aula que você teve é semelhante à maioria das aulas que você tem no seu curso.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1,83	1,21
2. Como você considera a aula que teve em relação às demais aulas que usualmente tem no seu curso?	3	4	4	4	2	5	4	4	5	5	4	4	4	2	4	4	5	4	4	3,94	0,85
3. Como você considera a motivação da professora em relação aos professores que usualmente têm no seu curso?	4	4	5	3	3	5	3	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	3	3	4,28	0,80
4. Você desenvolveu uma visão holística sobre o assunto abordado na aula.	4	3	4	5	3	5	4	4	3	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4,11	0,66
5. Você pôde refletir sobre os impactos de soluções de Engenharia nos contextos sociais, legais, econômicos e ambientais durante a aula.	5	4	3	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4,33	0,58
6. Você exercitou suas habilidades de comunicação, seja oral, escrita ou gráfica, durante a aula.	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	3	5	5	5	4,50	0,60
7. Você foi proativo em algum momento da aula.	2	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	2	4	5	4	4	5	3	3	4,00	0,88
8. Você interagiu de forma construtiva e colaborativa com diferentes colegas.	4	4	4	4	4	5	3	4	4	5	5	3	5	5	4	5	5	4	4	4,28	0,65
9. Você construiu um consenso em grupo.	5	4	4	2	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4,50	0,76
10. Você aprendeu um novo conceito de forma autônoma.	4	3	4	2	2	5	5	4	4	5	5	3	5	5	5	4	5	4	4	4,11	0,99
11. O acesso à internet – através do celular, tablet, notebook ou outra interface – colaborou para o conhecimento adquirido.	4	5	3	4	3	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4,50	0,69

# APÊNDICE K – QUESTIONÁRIO CONCEITUAL - EIA-RIMA

Nome:

Curso:

Cartão UFRGS:

### QUESTIONÁRIO CONCEITUAL

1. O trecho “Além do próprio rio Xingu, outro rio importante dessa área é o Bacajá, que se encontra com o Xingu no trecho da Volta Grande, perto da Terra Indígena Paquiçamba.” se refere a qual meio de estudo?

- (A) Meio biótico
- (B) Meio ecossistêmico
- (C) Meio sócio-econômico
- (D) Meio físico
- (E) Meio social

2. Assinale a alternativa **incorreta**:

- (A) A Resolução CONAMA nº 01/86 traz a definição de impacto ambiental e estabelece que o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente dependerá da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, que deverá ser aprovado pelo órgão competente.
- (B) Em alguns casos, o órgão ambiental licenciador solicita que o empreendedor elabore o Termo de Referência, reservando-se apenas o papel de julgá-lo e aprová-lo.
- (C) A área diretamente afetada pelo projeto deverá considerar, em todos os casos, toda a bacia hidrográfica na qual o empreendimento está localizado.
- (D) Deverão ser apresentados os critérios ecológicos, sociais e econômicos que determinaram a delimitação das áreas de influência do empreendimento no EIA-RIMA realizado para o licenciamento ambiental.

3. Assinale a alternativa que completa corretamente a seguinte afirmação “A \_\_\_\_\_ define-se no limite espacial transformado, ou seja, projetado para a implantação. Compreende um limite de fácil delimitação e bastante preciso na maioria dos estudos e para a maioria dos parâmetros.”.

- (A) Área de influência direta
- (B) Área diretamente afetada
- (C) Área de preservação permanente
- (D) Área de influência indireta

4. Uma amiga próxima está trabalhando em um projeto de barragem que está para ser construída na região do Alto Jacuí no Rio Grande do Sul. Ela comenta que está participando ativamente do processo de licenciamento ambiental da barragem e que já definiram as áreas de influência do projeto, delimitando como Área de Influência Direta (AID) apenas o corpo d’água à montante da barragem, onde haverá impacto ambiental direto através, principalmente, de alagamentos. Como vocês são amigos muito próximos e você recém estudou os processos de licenciamento ambiental, você sentiu liberdade para fazer seu comentário a respeito da AID delimitada. Descreva sua opinião a respeito da delimitação exposta abordando se concorda ou não com ela e por que.

# APÊNDICE L – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO - EIA-RIMA

**Nome:**

**Curso:**

**Cartão UFRGS:**

### QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DO ALUNO

Julgue as afirmações abaixo e responda as questões que seguem com base numa escala de 1 a 5 onde:

- 1: Discordo totalmente
- 2: Discordo
- 3: Indiferente
- 4: Concordo
- 5: Concordo totalmente

OU

- 1: Muito pior
- 2: Pior
- 3: Igual
- 4: Melhor
- 5: Muito melhor

1. A aula que você teve é semelhante à maioria das aulas que você tem no seu curso.

1       2       3       4       5

2. Como você considera a aula que teve em relação às aulas que usualmente tem no seu curso?

1       2       3       4       5

3. Como você considera a motivação da professora em relação aos professores que usualmente têm no seu curso?

1       2       3       4       5

4. Você desenvolveu uma visão holística sobre o assunto abordado na aula.

1       2       3       4       5

5. Você pôde refletir sobre os impactos de soluções de Engenharia nos contextos sociais, legais, econômicos e ambientais durante a aula.

1       2       3       4       5

6. Você exercitou suas habilidades de comunicação, seja oral, escrita ou gráfica, durante a aula.

1       2       3       4       5



7. Você foi proativo em algum momento da aula.

1

2

3

4

5

8. Você interagiu de forma construtiva e colaborativa com diferentes colegas.

1

2

3

4

5

9. Você construiu um consenso em grupo.

1

2

3

4

5

10. Você aprendeu um novo conceito de forma autônoma.

1

2

3

4

5

11. O acesso à internet - através do celular, tablet, notebook ou outra interface - colaborou para o conhecimento adquirido em aula.

1

2

3

4

5

12. Espaço livre para manifestação e dúvidas, seja a respeito das aulas, das metodologias aplicadas, da turma ou que quer que seja.

# APÊNDICE M – RETORNO DA TURMA A QUANTO À METODOLOGIA PBL

Turma A 07/11/2019	Questionário de percepção – EIA-RIMA – Metodologia PBL										Média	Desvio
	V. 1	V. 6	V. 10	V. 11	V. 13	V. 14	V. 15	V. 16	V. 18	V. 19		
1. A aula que você teve é semelhante à maioria das aulas que você tem no seu curso.	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	<b>1,20</b>	0,40
2. Como você considera a aula que teve em relação às demais aulas que usualmente tem no seu curso?	5	5	5	4	4	5	4	5	4	4	<b>4,50</b>	0,50
3. Como você considera a motivação da professora em relação aos professores que usualmente têm no seu curso?	5	5	5	4	3	5	4	5	5	4	<b>4,50</b>	0,67
4. Você desenvolveu uma visão holística sobre o assunto abordado na aula.	5	4	3	5	4	5	5	4	5	4	<b>4,40</b>	0,66
5. Você pôde refletir sobre os impactos de soluções de Engenharia nos contextos sociais, legais, econômicos e ambientais durante a aula.	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	<b>4,70</b>	0,46
6. Você exercitou suas habilidades de comunicação, seja oral, escrita ou gráfica, durante a aula.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	<b>5,00</b>	0,00
7. Você foi proativo em algum momento da aula.	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	<b>4,80</b>	0,40
8. Você interagiu de forma construtiva e colaborativa com diferentes colegas.	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	<b>4,80</b>	0,40
9. Você construiu um consenso em grupo.	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	<b>4,50</b>	0,50
10. Você aprendeu um novo conceito de forma autônoma.	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	<b>4,70</b>	0,46
11. O acesso à internet – através do celular, tablet, notebook ou outra interface – colaborou para o conhecimento adquirido.	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	<b>4,90</b>	0,30
12. Espaço livre para manifestações e dúvidas, seja a respeito das aulas, das metodologias aplicadas, da turma ou que quer que seja. *												

\* Respostas descritas separadamente a fins de organização.

Turma A (**)	12. Espaço livre para manifestações e dúvidas, seja a respeito das aulas, das metodologias aplicadas, da turma ou que quer que seja.
V. 1	Gostei muito dessa aula, si. Estou muito feliz de tu estar realizando esse trabalho (e orgulhosa). Parabéns!!!
V. 6	Foi muito legal participar, parabéns pela iniciativa! Quero ler o TCC no final.
V. 10	Gostei muito mais dessa aula. A interação aluno-aluno e aluno-professor é muito melhor do que ficar o semestre inteiro só expondo matéria. Além de não deixar os alunos dormirem.
V. 11	Não conheço 100% da metodologia PBL, mas gostei muito e pude pensar nas cadeiras para aplicar. Boa sorte no TCC!
V. 14	Aula muito boa, que através da metodologia permite e incentiva/estimula os alunos a serem proativos e buscarem informações pertinentes. Ainda, ajuda a desenvolver habilidades essenciais como trabalho em equipe e comunicação oral e escrita.
V. 16	Em comparativo ao meu curso [eng. de controle e automação], mesmo a metodologia “tradicional” foi muito boa. A energia da professora e a atividade ao final da aula contribuíram muito, embora de fato os slides tenham dado um certo sono. Já na nova metodologia, a oportunidade de aprender a resolver um problema praticamente do zero, em grupo, com auxílio das mídias foi realmente muito mais construtiva. Tenho algumas dúvidas sobre se esta metodologia poderia substituir algumas das cadeiras do meu curso, mas pra várias delas seria um passo importante para torná-las mais proveitosas.
V. 19	Eu amo esse assunto (licenciamento ambiental e afins) e as aulas foram muito boas, a atividade de hoje acredito que tenha sido mais positiva para [o] aprendizado e fixação do conhecimento. Já tive esse assunto abordado (superficialmente) em algumas aulas em disciplinas do meu curso [eng. química] e o engajamento e aprendizado dos alunos nessa minha disciplina foi de longe muito inferior. Sucesso no TCC e na profissão!

\*\* Os voluntários não representados na tabela acima não responderam a questão.

# APÊNDICE N – RETORNO DA TURMA B QUANTO À AULA EXPOSITIVA

Turma B 08/11/2019	Questionário de percepção – EIA-RIMA – Metodologia convencional														Desvio				
	V. 21	V. 23	V. 24	V. 25	V. 27	V. 28	V. 29	V. 30	V. 31	V. 32	V. 33	V. 34	V. 35	V. 36		V. 37	V. 38	V. 40	Média
1. A aula que você teve é semelhante à maioria das aulas que você tem no seu curso.	4	3	5	3	4	3	5	4	5	5	3	4	5	4	3	5	4	4,06	0,80
2. Como você considera a aula que teve em relação às demais aulas que usualmente têm no seu curso?	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	5	4	5	3	5	4	3,94	0,64	
3. Como você considera a motivação da professora em relação aos professores que usualmente têm no seu curso?	5	5	4	5	5	2	4	4	3	4	3	5	5	5	5	5	4,35	0,90	
4. Você desenvolveu uma visão holística sobre o assunto abordado na aula.	4	4	5	5	4	5	4	3	4	3	5	4	5	3	3	4	4,00	0,77	
5. Você pôde refletir sobre os impactos de soluções de Engenharia nos contextos sociais, legais, econômicos e ambientais durante a aula.	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4,47	0,50	
6. Você exercitou suas habilidades de comunicação, seja oral, escrita ou gráfica, durante a aula.	2	3	1	2	2	5	1	2	1	1	3	5	2	4	3	1	2,41	1,29	
7. Você foi proativo em algum momento da aula.	5	3	1	1	2	4	1	2	1	2	2	5	5	2	4	1	2,59	1,46	
8. Você interagiu de forma construtiva e colaborativa com diferentes colegas.	4	3	1	2	1	3	1	2	1	2	2	5	5	2	3	1	2,41	1,29	
9. Você construiu um consenso em grupo.	1	3	1	1	1	4	1	2	1	1	3	4	1	2	2	3	2,00	1,08	
10. Você aprendeu um novo conceito de forma autônoma.	1	4	1	1	1	5	1	3	4	1	4	4	1	2	2	1	2,35	1,45	
11. O acesso à internet – através do celular, tablet, notebook ou outra interface – colaborou para o conhecimento adquirido.	3	2	1	3	1	5	2	2	1	1	3	4	1	2	2	1	2,18	1,15	
12. Espaço livre para manifestações e dúvidas, seja a respeito das aulas, das metodologias aplicadas, da turma ou que quer que seja.*																			

\* Respostas descritas separadamente a fins de organização.

Turma B **	12. Espaço livre para manifestações e dúvidas, seja a respeito das aulas, das metodologias aplicadas, da turma ou que quer que seja.
V. 21	Eu gostei do primeiro método porém acredito que ele sozinho, da forma como foi feito, não é tão proveitoso. Particularmente, a combinação dos dois métodos seria o ideal: inicia-se a aula com o conteúdo teórico e na metade é dado um problema prático.
V. 23	A aula foi bem didática e multidisciplinar, parabéns!
V. 27	Ótima professora.
V. 28	Sobre o método de ensino PBL, tive maior facilidade para desenvolver habilidades de comunicação e também maior facilidade para lembrar e absorver as atividades realizadas na primeira aula (após 7 dias). Adorei a iniciativa!
V. 31	Perdi muito mais a atenção. Em diversos momentos, precisava proativamente puxar meu foco de volta para o assunto. Isso é bem comum nas minhas aulas cotidianas, mesmo com assuntos de mais interesse meu. Semana passada, isso não aconteceu.
V. 34	Gostei das duas metodologias aplicadas, mas a <i>PBL</i> ajuda os alunos a buscarem soluções de forma mais construtiva e colaborativa com os colegas.
V. 35	Embora tenha tido bom desempenho no questionário referente ao PBL e tenha me sentido mais ativo na aula do PBL, considero a experiência da aula tradicional mais adequada para conteúdos totalmente novos. É mais cômodo e confortável receber as informações “mastigadas” quando se está vendo um assunto pela primeira vez, um assunto que não se tem base nenhuma. Considero o PBL um método interessante para ser aplicado em disciplinas do ciclo profissionalizante de engenharia (final do curso), depois que as disciplinas de base já tiverem sido trabalhadas com o método tradicional, majoritariamente. Há de se ressaltar que o PBL atende melhor as novas diretrizes para o ensino de engenharia, desenvolve outras habilidades além das técnicas (trabalho em grupo, comunicação, autonomia) e o interesse do aluno, pois este é ativo durante a aula tendo base do conteúdo, trabalhado em semestres anteriores ou até mesmo em aulas anteriores dentro da mesma disciplina, o PBL se torna mais enriquecedor para o aluno que o método tradicional.
V. 36	A professora tem uma didática incrível nos dois métodos. Acho que uma mistura dos dois seria o ideal, tendo a parte autônoma e também a demonstrativa com a professora, pois nos ajuda a dar uma direção dos estudos.
V. 37	A aula expositiva com o auxílio de mídia ajuda. Acredito que unindo o melhor das duas semanas, poderia ser definido um modelo expositivo-colaborativo.
V. 38	Preferi o outro modelo, apesar da “profe” ser incrível nas duas aulas.
V. 40	O método abordado na primeira aula ( <i>PBL</i> ) pareceu mais interessante por incentivar o trabalho em equipe, o que é muito importante, porém não é aplicável a todas as aulas, visto que alguns assuntos necessitam de uma instrução prévia.

\*\* Os voluntários não representados na tabela acima deixaram a questão em branco.