

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**AIR QUALITY BOARD GAME: ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE
ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA AJUDAR NA FORMAÇÃO
CRÍTICA E AUTÔNOMA DO ENGENHEIRO AMBIENTAL**

FELIPE ROBERTO DIAS RODRIGUES

Uberlândia
2018

FELIPE ROBERTO DIAS RODRIGUES

**AIR QUALITY BOARD GAME: ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE
ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA AJUDAR NA FORMAÇÃO
CRÍTICA E AUTÔNOMA DO ENGENHEIRO AMBIENTAL**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
exigência para obtenção do diploma de Graduação
em Engenharia Ambiental da Universidade Federal
de Uberlândia/MG.**

Orientador (a): Samara Carbone

Uberlândia

2018

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. JUSTIFICATIVA.....	10
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 Objetivo geral	11
3.2 Objetivos específicos	11
4. REFERENCIAL TEÓRICO	12
4.1 Educação ambiental.....	12
4.2 Utilização de jogos de RPG no ensino superior	12
4.3 Conceitos relacionados à poluição e qualidade do ar	14
5. MATERIAIS E MÉTODOS	17
5.1 Materiais utilizados.....	17
5.2 Questionário.....	18
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6.1 O jogo	20
6.1.1 Objetivo do jogo	21
6.1.2 Sobrevivendo e vencendo	21
6.1.3 O Tabuleiro	22
6.1.4 Início do jogo	24
6.1.5 Cartas de itens.....	25
6.1.6 Jogadores e habilidades	27
6.1.7 Vidas.....	28
6.1.8 Nível de dificuldade.....	29
6.1.9 Turnos.....	30

6.1.10 Equipamentos	32
6.2 Resultados do questionário.....	33
6.2.1 Conhecimentos de Poluição e Qualidade do Ar	33
6.2.2 Avaliação da aula lúdica	36
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS.....	44
APÊNDICES.....	48
APÊNDICE 1 - Questionário	48
APÊNDICE 2 - Ficha do Personagem AIR QUALITY BOARD GAME v. 1.0	50
APÊNDICE 3 - Fotos da aplicação do AQBG	51

RESUMO

Quando a informação é amplamente disponível e, muitas vezes, uma razão para a distração, a criatividade é necessária para manter o interesse dos alunos na sala de aula. A aprendizagem lúdica oferece uma opção nesse sentido, restaurando a motivação e a atenção dos alunos. É neste contexto que foi criado o Air Quality Board Game (AQBG). O AQBG foi adaptado de Role-Playing Games (RPG) e consiste em um jogo de tabuleiro cooperativo, ou seja, os alunos jogam em equipe para atingir um objetivo. Normalmente, em RPG, os jogadores jogam dados e os deixam decidir sobre o sucesso de realizar uma ação específica, como abrir uma porta, comprar um item ou atacar um oponente. Na AQBG, os jogadores têm que responder perguntas e resolver problemas relacionados ao tema para obter sucesso em tais ações. O cenário de fundo é uma cidade de tamanho médio (500.000 habitantes) sofrendo de degradação da qualidade do ar e os jogadores são a última esperança deste cidadão. O jogo é jogado em rodadas. Cada rodada é composta por cinco turnos. O objetivo principal é salvar a cidade da degradação da qualidade do ar antes que os jogadores morram devido aos efeitos adversos à saúde. A cada rodada há mais poluentes emitidos pelas casas poluídas específicas e os jogadores devem decidir como agir para mitigar a poluição do ar. O AQBG foi aplicado na aula lúdica da disciplina "GET048 - Poluição e Qualidade do Ar", do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Uberlândia e, após a aplicação, os alunos responderam a um questionário por meio do qual se concluiu que a utilização do jogo foi útil para o aprendizado da disciplina.

PALAVRAS CHAVES: Poluição do Ar, Meio Ambiente, Lúdico, RPG, Role Playing Game, Qualidade do Ar, Jogo.

ABSTRACT

When information is widely available and often a reason for distraction, creativity is needed to keep students interested in the classroom. Playful learning offers an option in this direction, restoring students' motivation and attention. It is in this context that the Air Quality Board Game (AQBG) was created. The AQBG was adapted from Role-Playing Games (RPG) and consists of a cooperative board game, the students play as a team to achieve a goal. Usually in RPG, players play dice and let them decide on the success of performing a specific action, such as opening a door, buying an item, or attacking an opponent. In AQBG, players have to answer questions and solve problems related to the theme to succeed in such actions. The background scenery is a medium-sized city (500,000 inhabitants) suffering from degraded air quality and players are the last hope of this citizen! The game is played in rounds. Each round consists of five turns. The main goal is to save the city from the degradation of air quality before players die due to adverse health effects. With each round there are more pollutants emitted by specific polluted areas, players must decide how to act to mitigate air pollution. The AQBG was presented in the play class of the discipline GET048 - Air Pollution and Quality, of the Environmental Engineering course of the Federal University of Uberlândia and, after the application, the students answered a questionnaire through which it was concluded that the use of the game was useful for the learning of the discipline.

KEYWORDS: Air Pollution, Environment, Ludic Learning, RPG, Role Playing Game, Air Quality, Game.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental - Lei Federal nº 9795/1999, Art. 1º, "*entendem-se por educação ambiental (EA) os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade*" (BRASIL, 1999).

O Brasil é um dos poucos países onde o processo de educação ambiental (EA) encontra-se sistematizado e que, por meio de processos colegiados, possui suas políticas, objetivos, princípios e recomendações (IBAMA, 2016).

Na perspectiva de Reigota (2001), a educação ambiental tem como uma das suas finalidades a concretização das políticas públicas de amparo e proteção ao meio ambiente, mas este processo além de políticas públicas deve ser um processo de conscientização da sociedade, a qual tem ou deveria ter uma enorme parcela de responsabilidade no processo de degradação e é, nesta perspectiva, que se pensa em uma proposta de educação ambiental interdisciplinar, disseminando cada vez mais uma prática educativa de preservação do meio ambiente.

Nesse sentido, a EA pode e deve se construir como recurso fundamental para a participação de diversas comunidades acadêmicas no processo de conscientização e envolvimento, tanto na identificação de problemas ambientais, quanto na elaboração de estratégias que amenizem os seus impactos, ou que apontem possíveis soluções para mitigar os problemas relacionados à poluição e degradação do meio ambiente (SANTOS & SILVA, 2017).

Sendo assim, as universidades, que agem como centros formadores de profissionais atuantes na sociedade, têm, por responsabilidade, capacitar seus alunos não somente na compreensão da temática ambiental, mas capazes de atuar na transformação do ambiente ao seu redor, em especial por meio do ensino e, neste sentido, várias são as técnicas utilizadas para dissipar o conhecimento no ensino superior.

A partir das características atualmente buscadas para o desenvolvimento de estratégias na formação do engenheiro ambiental, segundo Soares et al. (2013), denota-se que o aumento do número de jogos no ambiente educacional desenvolve e estimula o processo de aprendizagem. Os jogos, por meio lúdico, constituem estratégias que são aptas a incrementar no diálogo, na construção de conhecimento e na criação de um ambiente desafiador, aumentando a percepção lógica dos alunos. Considerando-se, então, as potencialidades dos jogos no ensino superior, este estudo tem como objeto a elaboração e a avaliação de um jogo no formato de Role Playing Game (RPG), adotado pela possibilidade de favorecer a construção de metáforas e representações imaginárias que podem conduzir à liberdade, ao estímulo à indagação e ao exercício da recriação dos graduandos do curso de engenharia ambiental da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Neste estudo, a utilização do RPG como estratégia pedagógica tem como assunto principal a qualidade do ar e como sua alteração pode ter efeito na paisagem e na saúde da população humana. A escolha deste tema é decorrente do fato de que a poluição atmosférica nos centros urbanos tem sofrido significativo aumento, majoritariamente em decorrência da rápida urbanização das grandes cidades, especialmente em países em desenvolvimento. Esse crescimento vem ganhando destaque mundial já que alguns destes poluentes são responsáveis pelo aquecimento global e problemas relacionados à degradação da saúde.

Em paralelo às questões ambientais mais amplas e preocupações com impactos de longo prazo, há uma corrente de preocupação imediatista, pois o lançamento de poluentes no ambiente promove implicações sociais e econômicas em curto prazo (SILVA & VIEIRA, 2017). Os vários poluentes contribuem para desequilíbrios ambientais, mas a poluição atmosférica assume protagonismo quando o assunto se refere às doenças respiratórias.

O ar poluído é significativamente danoso à saúde. Estudos epidemiológicos no Brasil têm mostrado algumas associações de material particulado relacionados à incidência de doenças. Pandya et al. (2002) mostram que os gases e partículas ultrafinas provenientes da queima de combustíveis, principalmente do diesel, são fatores responsáveis pela maior incidência de asma brônquica e outras doenças alérgicas nas pessoas.

Gouveia et al. (2006), em seu estudo, identificaram associação entre material particulado inalável e o incremento de 4,6% nas internações por asma em crianças, de 4,3% por doença pulmonar obstrutiva crônica em idosos e de 1,5% por doença isquêmica do coração também em idosos.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB , 2016) a qualidade do ar é diretamente influenciada pela distribuição e intensidade das emissões de poluentes atmosféricos de origem veicular e industrial. Exercem papel fundamental a topografia e as condições meteorológicas, que se alteram de modo significativo nas várias regiões do Estado. As emissões veiculares desempenham um papel de destaque nos níveis de poluição do ar dos grandes centros urbanos, ao passo que as emissões industriais afetam significativamente a qualidade do ar em regiões mais específicas.

Por fim, o jogo pretende desenvolver e incentivar a atuação do engenheiro ambiental diante de situações-problema correspondentes aos principais cenários de prática profissional. Por meio de uma atividade lúdica, pretende-se fornecer aos alunos o desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo no contexto da sua futura atuação.

2. JUSTIFICATIVA

A educação ambiental deve ser entendida como um caminho para a gestão sustentável proveniente dos futuros engenheiros ambientais, sendo um eixo transversal a ser considerado na concepção de políticas que atenderão às necessidades econômicas, sociais e ambientais. Ao mesmo tempo em que se respeita a integridade cultural e os processos ecológicos essenciais, a biodiversidade e os sistemas que sustentam a vida também são fatores relevantes a serem estudados.

A partir da concepção atualmente buscada de interdisciplinaridade da profissão e da necessidade de desenvolvimento de estratégias na formação do engenheiro ambiental, denota-se que a inserção de jogos no ambiente educacional pode configurar-se como um facilitador do processo de ensino e aprendizagem. Definido como uma ação livre, vivida em uma ordem fictícia e situada além da vida corrente (HUIZINGA, 2010), o jogo, por meio do lúdico e do prazer, pode constituir-se em uma estratégia pedagógica eficiente. Esta atividade lúdica é capaz de favorecer o diálogo, a construção conjunta de conhecimentos, a criação de ambientes desafiadores e reflexivos e o desenvolvimento da autonomia discente diante do seu aprendizado (FITIPALDI, 2009; PIRES, GUILHEM & GÖTTEMS, 2013).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Elaborar um jogo no formato de RPG (*ROLE-PLAYING GAME*) como atividade pedagógica para fixação de conceitos e desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo sobre os efeitos adversos da qualidade do ar no meio ambiente e na saúde humana.

3.2 Objetivos específicos

- Aplicar um jogo no formato de RPG para ser utilizado em sala de aula referente à disciplina de Poluição e Tratamento do Ar;
- Utilizar o jogo para facilitar a fixação de conceitos e desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo do aluno de graduação em engenharia ambiental;
- Avaliar a fixação de conceitos e as expectativas dos alunos, pós jogo, por meio da aplicação de um questionário.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Educação ambiental

A educação ambiental tem como finalidade ajudar a fazer compreender, claramente, a existência e a importância da interdependência econômica, social, política e ecológica nas casa urbanas e rurais, proporcionar a todas as pessoas a possibilidade de adquirir os conhecimentos dos valores, o interesse ativo e as atitudes necessárias para proteger e melhorar o meio ambiente e induzir novas formas de conduta nos indivíduos, nos grupos sociais e na sociedade, em seu conjunto, a respeito do meio ambiente (DIAS, 1992).

Diante disso, a educação ambiental prevê alguns princípios, dentre eles: considerar o meio ambiente em sua totalidade, ou seja, em seus aspectos naturais e criados pelo homem, tecnológicos, sociais, econômico, político, técnico, histórico-cultural, moral e estético; construir um processo contínuo e permanente, começando pelo pré-escolar, e continuando por todas as fases do ensino formal e não-formal; e aplicar um enfoque interdisciplinar, aproveitando o conteúdo específico de cada disciplina, de modo que se adquira uma perspectiva global e equilibrada. Examinar as principais questões ambientais, do ponto de vista do local, regional, nacional e internacional, de modo que os alunos se identifiquem com as condições ambientais de outras regiões geográficas, concentrar-se nas situações ambientais atuais, tendo em conta também a perspectiva histórica e insistir no valor e na necessidade da cooperação local, nacional e internacional para prevenir e resolver problemas ambientais também são virtudes apontadas pela educação ambiental.

4.2 Utilização de jogos de RPG no ensino superior

A sigla RPG ("Role Playing Game") define um estilo de jogo em que as pessoas interpretam personagens, criando narrativas, histórias e um enredo guiado por uma delas, que geralmente leva o nome de "mestre do jogo".

A ideia de se utilizar jogos no ensino superior, mais especificamente jogos no estilo RPG, não é pioneira. As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Superior,

PCN+ (BRASIL, 2002), recomendam que os jogos sejam utilizados como uma estratégia para o ensino.

Segundo Vygotsky (2007), as pessoas se desenvolvem intelectualmente por meio dos jogos. Nesse contexto, podemos dizer que o jogo cria zonas de desenvolvimento proximal (VYGOTSKY, 2007).

Do ponto de vista do construtivismo, três são os fatores necessários para que ocorra a chamada aprendizagem significativa: predisposição para aprender, existências de conhecimentos prévios adequados e materiais potencialmente significativos. E é na interação entre os conhecimentos prévios (chamados subsunçores) e os novos conhecimentos (potencialmente significativos) que essa aprendizagem ocorre (MOREIRA, 2013).

A finalidade com que os jogos são usados irá depender das experiências dos alunos com o meio ao seu redor, ou de suas necessidades, mostrando que é totalmente dependente do desenvolvimento de maturidade no indivíduo. Sendo assim, pode-se chegar a uma hipótese que, dependendo da maturação do indivíduo, do adolescente, do adulto que assimila o que está jogando, pode-se dizer também que ele acomoda várias situações do jogo e irá usá-las em outras situações, levando o jogador a certo desenvolvimento cognitivo, havendo um equilíbrio entre assimilação e acomodação o que caracteriza inteligência e aprendizado, segundo Piaget (1971), atuando de maneira bastante eficaz na aprendizagem do ensino superior.

Tanto Piaget (1971) quanto Vygotsky (2003) estudaram e reconheceram o jogo e o brincar como parte do desenvolvimento dos indivíduos. Se o ser humano se desenvolve por meio de interações com o meio em que vive, o jogo é parte presente de tal processo, sendo participante ativo e incentivador dessas relações interpessoais e com os demais objetos da sociedade, como também consequência de tais fatores, já que proporciona em prática experiências que condizem com o que acontece na realidade

Para Kishimoto (2002) e Callois (2001) o jogo contém um paradoxo. Se, por um lado, favorece a consecução de certos objetivos, há aprendizagens específicas que terão dificuldades de passar por ele. É preciso ter consciência dos limites da utilização do jogo na atividade pedagógica, rompendo com uma visão romântica de que o jogo seria uma panaceia para todos os males.

Incentivando e mostrando aos professores que os jogos RPG realmente funcionam, é válida a busca de romper com a dificuldade de inserção de jogos no ensino superior e incluir atividades lúdicas como propostas curriculares, por serem alternativas educacionais aos profissionais das universidades.

4.3 Conceitos relacionados à poluição e qualidade do ar

Conforme a Resolução CONAMA Nº 3 de 28/06/1990, considera-se poluente atmosférico

"qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade" (CONAMA, 1990).

Com relação a sua origem, os poluentes podem ser classificados como primários, que são aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão, ou secundários, aqueles formados na atmosfera pela reação química entre poluentes e/ou constituintes naturais na atmosfera.

O ser humano, ao interagir com o meio ambiente, produz resíduos que podem poluir o ar. A poluição atmosférica pode ser causada por fontes fixas ou móveis, dependendo dos processos que liberam os poluentes no ar. Com relação às fontes fixas, são fontes mais significativas, ou de maior potencial poluidor. Destacam-se as usinas termelétricas, que utilizam carvão, óleo combustível ou gás, bem como os incineradores de resíduos, com elevado potencial poluidor. Existem ainda as fontes fixas naturais, como maresia e vulcanismo, que também podem influenciar a composição do ar. Já os veículos automotores, juntamente com os trens, aviões e embarcações marítimas são as chamadas fontes móveis de poluentes atmosféricos. Os veículos se destacam nas cidades como as principais fontes poluidoras e são divididos em:

leves de passageiro (utilizam principalmente gasolina ou álcool como combustível); leves comerciais (utilizam gás natural veicular (GNV) ou óleo diesel); e veículos pesados (somente de óleo diesel) (IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ, 2018).

Os principais poluentes atmosféricos são:

- Monóxido de carbono: Proveniente da queima incompleta dos combustíveis.
- Dióxido de enxofre e óxidos de azoto: Proveniente da combustão do enxofre presente nos combustíveis fósseis.
- Dióxido de carbono: Proveniente da queima de qualquer matéria orgânica.
- Chumbo: Produto usado na gasolina para aumentar sua octanagem.
- Ozônio: O gás ozônio apresenta diferentes funções conforme o local onde é encontrado. Quando encontra-se na troposfera, causa poluição e chuva ácida, sendo prejudicial para plantas e saúde humana.
- Clorofluorcarbonos (CFCs): Esses gases são responsáveis por destruir a camada de ozônio.
- Material particulado (MP): Resultado da queima de combustíveis fósseis, como a fuligem. Esses materiais são extremamente poluentes.

As consequências da poluição do ar comprometem a qualidade do meio ambiente e da saúde das pessoas. Podem causar doenças respiratórias e diversos tipos de problemas ambientais, como, por exemplo, a chuva ácida. Para isso, existe o índice de qualidade do ar, desenvolvido pela CETESB (2016). Por meio das cores ele facilita o entendimento dos efeitos da poluição do ar sob a saúde da população. Neste índice, a cor verde indica qualidade do ar boa, e poucos ou nenhum efeito adverso à saúde, enquanto que a cor lilás, indica qualidade do ar péssima e riscos bastante severos, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Índices de qualidade do ar de acordo com a CETESB.

Qualidade	Índice	Significado
N1 - Boa	0 - 40	
N2 - Moderada	41 - 80	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
N3- Ruim	81 - 120	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 - Muito Ruim	121 - 200	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 - Péssima	>200	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: CETESB, 2016

Para minimizar a emissão de poluentes por fontes fixas, tais como indústrias, estas devem ser equipadas com instrumentos específicos capazes de controlar a emissão de gases e MP. Exemplos de instrumentos são: filtros de mangas, baghouse, precipitador eletrostático, queimadores, coletores úmidos, absorvedor, adsorvedor, entre outros, sendo que cada um trata um tipo diferente de poluente atmosférico.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Como a principal ação do presente trabalho consistiu-se no desenvolvimento de um jogo, no formato RPG, a metodologia foi dividida em materiais utilizados, para a criação do "Air Quality Board Game", e um questionário, que foi aplicado aos alunos do curso de engenharia ambiental da Universidade Federal de Uberlândia, visando verificar os conhecimentos obtidos sobre os conteúdos estudados na disciplina "GET 048 - Poluição e Qualidade do Ar" e a percepção dos alunos quanto ao jogo.

5.1 Materiais utilizados

Os materiais utilizados para a confecção do jogo foram:

- Tablado em MDF;
- Plástico de proteção de MDF.
- Peões de plástico;
- Cubos de madeira nas cores vermelho, azul, verde e amarelo;
- Porta cartas (*sleeves*);
- Folha Sulfite A4;
- Hexágonos em papel cartão;
- Caixa de madeira;
- Tesoura;
- Papel adesivo em tamanho A4;
- Papel cartão nas cores verde, amarelo, laranja, vermelho e lilás;
- Rosa dos ventos.

Os materiais citados acima foram de fundamental importância para o desenvolvimento do AQBG. O tablado em MDF foi utilizado para a confecção do tabuleiro do jogo. O tabuleiro consiste em quatro peças de tablado que se

interligam e formam o desenho de uma cidade. As peças do tablado em MDF foram colocadas em plásticos de proteção de MDF para proteção do material.

Os peões de plástico foram utilizados pelos jogadores no decorrer do AQBG. Os cubos de madeira representam os tipos de poluição emitidos pelas diversas fontes poluidoras. Os cubos vermelhos simbolizam as fontes de poluição provenientes das indústrias. O jogo possui diferentes tipos de indústrias, e cada uma só pode ser classificada como "ambientalmente correta" a partir da implantação de determinados equipamentos, que são específicos para cada indústria. Os cubos azuis representam a poluição proveniente de veículos leves e os cubos verdes representam a poluição proveniente de veículos pesados. Os cubos amarelos simbolizam os poluentes regionais, que chegam no ponto "start" do jogo como se fossem poluentes provenientes de outras cidades.

As folhas sulfite A4 foram utilizadas para confecção das cartas de itens, perguntas, manual de regras, missão do jogo, questionário e ficha dos jogadores. As cartas de perguntas e itens foram colocadas em porta cartas (*sleeves*) para a proteção e não desgaste.

Os hexágonos foram utilizados, junto com as folhas de adesivo A4, para a criação de itens fixos e móveis do tabuleiro do jogo. Todos estes itens descritos acima são guardados na caixa de MDF, que tem a finalidade de proteção do material.

A tesoura será utilizada para recorte de todas as cartas e tokens utilizadas e, por fim, a rosa dos ventos terá a função de determinante da direção dos poluentes. Os cubos coloridos irão se mover no tabuleiro dependendo da cor designada pela rosa dos ventos (**Norte**, **Sul**, **Leste** ou **Oeste**).

5.2 Questionário

Para a confirmação dos objetivos propostos pelo jogo, foi aplicado um questionário (APÊNDICE 1), visando verificar os conhecimentos obtidos sobre os conteúdos estudados na disciplina "GET 048 - Poluição e Qualidade do Ar" e a percepção dos alunos quanto "Air Quality Board Game". O questionário

ainda possuía perguntas de feedback para os participantes descreverem o que acharam da aula lúdica e possíveis sugestões ao jogo.

O estudo busca coletar dados por meio de questionários aplicados a uma amostra selecionada da população a ser estudada, traduzindo em números as opiniões e informações a serem classificadas e analisadas posteriormente. A população alvo do estudo foi formada pelos alunos do curso de graduação de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O questionário foi aplicado aos estudantes logo após a realização da aula lúdica. Vale ressaltar que no dia da aplicação do AQBG havia 29 alunos da disciplina em classe e que todos preencheram o questionário de forma anônima. Entretanto, nem todos responderam todas as perguntas do questionário.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir do desenvolvimento do "Air Quality Board Game", foram divididos em duas seções, onde: a primeira retrata o desenvolvimento do jogo em si, explicando regras básicas que facilitam a compreensão do jogo. Posteriormente são apresentados os resultados encontrados após aplicação do questionário em sala de aula.

6.1 O jogo

O Air Quality Board Game (AQBG) foi adaptado de Role-Playing Games (RPG) e consiste em um jogo de tabuleiro cooperativo, ou seja, os jogadores atuam em equipe para atingir um objetivo. Normalmente, em RPG, os jogadores jogam dados e os deixam decidir sobre o sucesso de realizar uma ação específica, como abrir uma porta, comprar um item ou atacar um oponente. No AQBG, os dados foram substituídos por perguntas, isto é, os jogadores obtêm sucesso em tais ações se responderem as perguntas corretamente.

A fim de envolver os alunos no jogo, foi criada uma estória. Desta forma, o jogo se passa em Urbanópolis, uma cidade de médio porte (~500.000 habitantes) que sofre com problemas de qualidade do ar. Seus habitantes foram infelizes nas decisões e atitudes tomadas e no momento os padrões de qualidade do ar são ultrapassados com frequência, o que trouxe problemas de saúde à população, acidificação de corpos aquáticos bem como um aumento na temperatura da região. Em virtude de tais problemas, um grupo de ativistas moradores de Urbanópolis se viu obrigado a fazer algo. O grupo, que se intitula Vingadores da Qualidade do Ar, é a última esperança para por fim aos problemas de qualidade do ar de Urbanópolis! Esta estória é contada pelo manual de regras, que foi disponibilizado aos alunos.

O tabuleiro foi impresso em MDF e está dividido em três regiões, que são subdivididos em 90 casas de mobilidade. As regiões são industrial, centro da cidade e bairro residencial. Na região industrial, existem diferentes indústrias instaladas, como cimento, siderúrgica, fábrica de alimentos, fábrica

de papel e celulose, usina de carvão, entre outras. Os jogadores podem se mover entre as regiões por meio das casas. As casas emitem poluentes atmosféricos de acordo com o tipo de fonte presente nela. Há tokens especiais espalhados pela cidade (lojas e hospital) onde os jogadores podem comprar itens, ou curar-se dos efeitos adversos à saúde causados pela má qualidade do ar.

6.1.1 Objetivo do jogo

Diferentes objetivos podem ser elaborados e utilizados. Nesta versão, a missão foi que os participantes mantivessem a cidade na condição "BOA" de qualidade do ar durante 2 rodadas consecutivas, a partir da segunda rodada.

6.1.2 Sobrevivendo e vencendo

Air Quality Board Game é um jogo cooperativo onde os jogadores enfrentam uma horda de poluentes controlados pelo próprio jogo. O jogo foi projetado para ser jogado por equipes de três a seis jogadores. Nesta versão, os alunos podem escolher personagens que possuem habilidades específicas e distintas.

O jogo é composto por turnos e rodadas. Cada rodada é composta por cinco turnos. O primeiro turno é o turno dos jogadores, onde cada um pode realizar até três ações. Considera-se uma ação mover-se entre casas (uma por vez), comprar itens, pedir ajuda, usar / instalar / substituir instrumentação e implementar políticas públicas. O segundo turno é o turno dos poluentes. É quando os poluentes se espalham pela cidade. Os poluentes movem-se uma casa por rodada, conforme a direção do vento indicada pela roleta dos ventos. No terceiro turno, novos poluentes são emitidos para a atmosfera pelas casas poluídas (indicadas por tokens). A quarta rodada consiste na soma de danos que cada jogador irá receber após a contagem de poluentes no tabuleiro. Ao final de cada rodada o peão do Mestre deve andar uma das dez casas, em ordem crescente.

A missão deve ser completada para que os jogadores saiam

vitoriosos. Ou seja, o objetivo é simplesmente completar a missão em até 10 rodadas.

Cada jogador começa com três vidas. Cada vida é composta por 100 danos, ou seja, a cada 100 danos recebidos, uma vida é perdida. Ao final de 10 rodadas, caso os jogadores não tenham completado a missão imposta, todos os participantes perdem por morte devido às péssimas condições de qualidade do ar.

6.1.3 O Tabuleiro

A Figura 2 representa o tabuleiro do jogo "Air Quality Board Game". A cidade é dividida em três regiões, sendo elas: central, industrial e residencial. De acordo com a Figura 3, a região central é representada pela cor vermelha, a região industrial é representada pela cor azul e a região residencial é representada pela cor verde .

Os participantes começam o jogo a partir da casa "start", indicada na figura 3 pelo círculo amarelo, e, no decorrer do jogo, podem avançar pelas casas horizontalmente ou verticalmente.

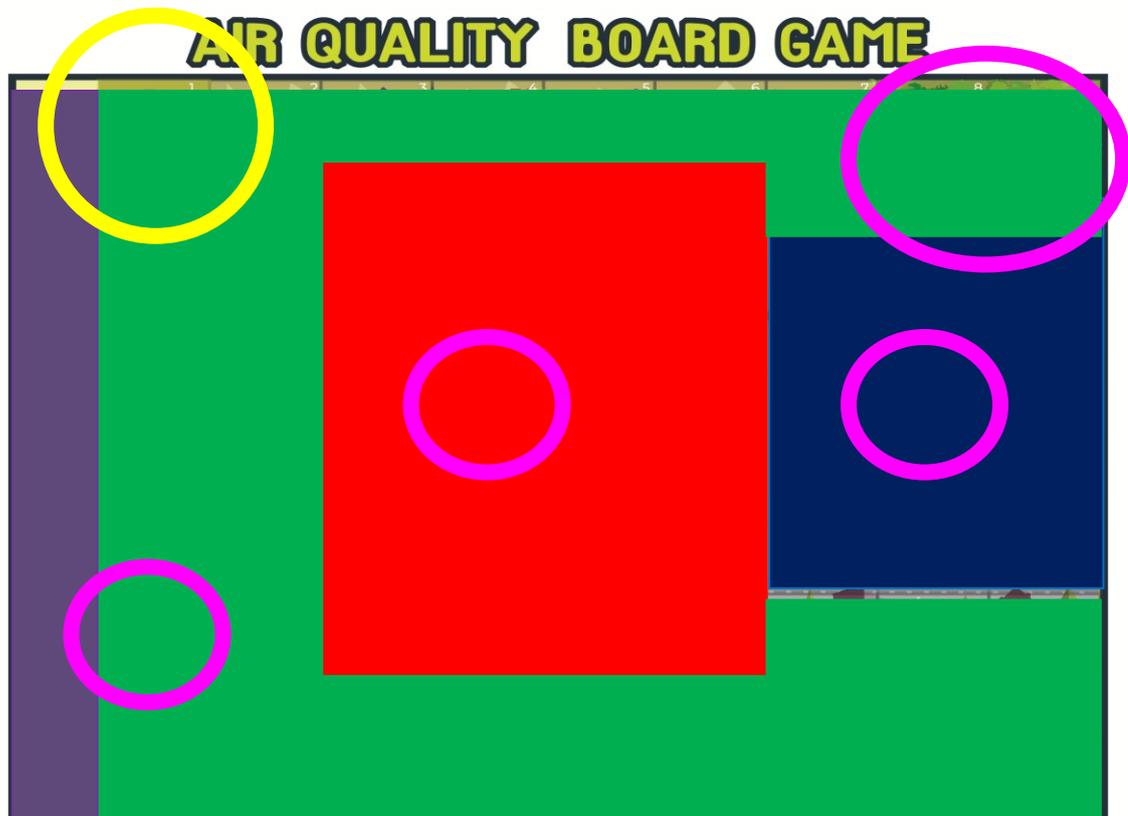
À esquerda do tabuleiro estão os números que marcam a rodada atual do jogo. Como descrito anteriormente, se os participantes não conseguirem realizar a missão do jogo até a décima rodada, todos morrem e perdem o jogo. A cada rodada o peão do mestre avança uma casa. Por fim, as casas de parque são mostradas na Figura 3 pelos círculos na cor rosa.

Figura 2: Tabuleiro do Jogo.



Fonte: O autor

Figura 3: Diferentes regiões do jogo.



Fonte: O autor

6.1.4 Início do jogo

Passos para o jogo:

1. O jogo inicia na casa indicada por *start*, onde os peões dos jogadores devem ser posicionados, com exceção do Mestre, que deverá ser posicionado no número um (1–10).
2. Os jogadores deverão receber uma missão para cumprir, como a descrita no item 6.1.1.
3. Cada jogador deverá preencher a ficha do personagem (APÊNDICE 2).
4. No início do Jogo, os seguintes tokens são colocados nas respectivas casas (Figura 4):
 - Colocar veículos leves nas casas: 05, 19, 24, 31, 49, 56, 60 e 68.
 - Colocar veículos pesados nas casas: 42 e 73.
 - Indústrias nas casas: 25, 35, 36, 43, 54, 61, 62 e 90.
 - Lojas: 20, 41, 67, 71 e 80.
 - Hospital: 78.
5. Início da primeira rodada com as três ações de cada jogador.
6. A cada turno, o primeiro jogador será diferente, seguindo a ordem de um ciclo horário.

Figura 4: Tókins no jogo.



Fonte: O autor

6.1.5 Cartas de itens

São exemplos de itens:

- Equipamentos para controle da poluição do ar: Absorvedor, Ciclone, *Baghouse*, Lavador, Precipitador Eletrostático, Queimador, entre outros.
- Veículos: Bicicleta, Bonde Elétrico, Carro elétrico, Metrô, Ônibus Elétrico.

É importante lembrar que cada um dos equipamentos deve ser implementado em alguma indústria em que faça sentido sua implementação. Não deverá ser feita a implementação de qualquer equipamento em qualquer indústria. Além disto, durante o jogo, os jogadores podem trocar cartas entre si. Entretanto, a troca de cartas requer uma ação e ambos os jogadores só podem realizar a troca de cartas se estiverem em uma mesma região do tabuleiro.

Ao comprar uma carta contendo um item (exemplo, equipamento ou automóvel), o jogador poderá ficar com a mesma se acertar a pergunta correspondente ao nível de qualidade do ar em que se encontra. Esta carta, após utilizada, volta para o final do monte de cartas. Junto com as cartas de itens há cartas contendo situações que requerem ações imediatas. Por exemplo, algumas cartas podem requerer ações do tipo: Formação de O₃ na casa XX; Queimada na casa XX; Chuva na região residencial, entre outras. A execução destas ações é mandatória, no entanto, não há necessidade de responder uma pergunta.

Em cada rodada, os jogadores poderão usar uma ação, e somente uma, para comprar uma carta. As outras cartas poderão ser retiradas nos tokens de loja, sem gasto de ação na compra, mas há a necessidade de responder a uma pergunta para ficar com a carta.

Alguns exemplos de cartas de itens são mostrados nas Figuras 5 e 6.

Figura 5: Exemplos de Cartas: "Bicicleta" e "Chuva no Setor Industrial".



Fonte: O Autor.

Figura 6: Exemplos de Cartas: "Condição Instável" e "Carro Elétrico".



Fonte: O Autor.

6.1.6 Jogadores e habilidades

Os jogadores serão livres para decidir quais profissões terão no decorrer do jogo. Cada um deverá ter um nome, profissão, idade e uma formação. As habilidades de cada jogador já serão pré-estabelecidas. Todas estas informações deverão estar explícitas na ficha do personagem (APÊNDICE 2).

As habilidades serão:

- Implantação de parque;
- Recebe dica;
- Pergunta em um nível mais fácil;
- Ação extra;
- Vidas extras;
- Mestre.

Cada um dos 5 primeiros personagens poderá utilizar suas habilidades até 3 vezes durante todo o jogo.

O jogador que possuir a habilidade "Implantação de parque" poderá trocar uma casa livre do tabuleiro do jogo por uma área de parque ou área de preservação permanente (APP), desde que esta casa já não esteja ocupada por item fixo (veículo, indústria, loja, dentre outros).

O jogador que possuir a habilidade "Recebe Dica" poderá receber uma dica, do Mestre, para responder às perguntas.

O jogador que possuir a habilidade "Pergunta em um Nível mais Fácil" poderá responder a uma pergunta referente ao nível de facilidade anterior do jogo.

O jogador que possuir a habilidade "Ação Extra" poderá realizar até 4 ações naquela rodada.

O jogador que possuir a habilidade "Vida Extra" Começará o jogo com 3 vidas extras. No entanto, essas vidas não necessitam ser necessariamente dele. Este jogador poderá utilizar de suas ações para dar a vida a outro jogador, que também gastará uma ação neste ou no próximo turno para recebê-la.

O mestre será responsável por conduzir o jogo utilizando o cartão de perguntas, respostas e dicas. Também cabe ao Mestre mover o seu peão no jogo a cada rodada.

6.1.7 Vidas

No final de cada rodada, os valores de poluentes em toda região, na qual cada jogador se encontra, devem ser somados e estes valores descontados do valor dos danos do jogador. A contagem de dano será feita por região (industrial, central, residencial). No caso de haver poluentes na mesma casa que um jogador, estes devem ser somados aos danos da região e a soma deste descontada dos danos dos jogadores. Os jogadores que estiverem em parques ou APP receberão metade do dano.

A cada 100 danos recebidos, o participante perde uma vida e, após perder 3 vidas, o participante morre e é eliminado do jogo.

Os participantes poderão recuperar uma vida no hospital presente no jogo. Para isso, deverão responder a uma pergunta, de acordo com o nível de dificuldade do jogo e utilizar uma ação para tal.

6.1.8 Nível de dificuldade

O nível de dificuldade do jogo acompanhará os padrões de qualidade do ar. A contagem de poluentes do jogo será feita por regiões. A soma da quantidade de poluentes de determinada região determinará o nível de dificuldade das perguntas a serem respondidas. Quanto mais poluído for o ar (maior número de poluentes), maior será o nível de dificuldade das perguntas.

A escala é a seguinte:

0 < BOA ≤ 25 poluentes

25 < REGULAR ≤ 35 poluentes

35 < INADEQUADA ≤ 45 poluentes

45 < MÁ ≤ 55 poluentes

55 < PÉSSIMA

Os jogadores responderão às perguntas referentes ao nível de qualidade do ar de cada região do jogo. No entanto, se jogadores diferentes, da mesma equipe, estiverem em regiões diferentes, as perguntas sempre serão feitas de acordo com o nível mais difícil encontrado no jogo. Por exemplo, se um jogador que estiver na região industrial com qualidade do ar “BOA” precisar responder a uma pergunta, e se outros jogadores estiverem na região central onde a qualidade do ar está no nível “REGULAR”, o jogador deverá responder às perguntas do nível “REGULAR”, mesmo estando em uma região diferente.

Alguns exemplos de cartas de perguntas são mostrados na Figura 7.

Figura 7: Exemplos de Cartas de Perguntas referentes a cada nível de poluição do ar.



Fonte: O Autor

6.1.9 Turnos

Cada rodada será composta por 5 turnos: turno dos jogadores, movimentação dos poluentes, entrada de novos poluentes, contagem de danos e movimentação do mestre. O primeiro turno será dos jogadores que poderão utilizar suas ações como quiserem. Após o turno dos jogadores, será utilizada a *Rosa dos ventos* (ponteiro giratório) para saber em qual direção os poluentes deverão ser movimentados. Cada poluente anda uma

casa (**Norte**, **Sul**, **Leste** ou **Oeste**). Sendo assim, os poluentes deverão ser movidos uma casa por vez conforme a direção indicada pela *Rosa dos ventos*, conforme a Figura 8. As demais cores (laranjada e roxo) presentes no ponteiro da *Rosa dos Ventos* indicam situação de calma dos ventos, ou seja, os poluentes não se movem.

Figura 8: Exemplo de Rosa dos Ventos.



Fonte: O autor.

Quando os poluentes antigos já tiverem sido movimentados no tabuleiro, então, será o turno onde novos poluentes serão emitidos. Cada fonte emissora irá liberar uma nova caixa conforme as fontes indicadas abaixo:

- Carros (CO, COV, MP10); um cubo azul por casa emissora;
- Ônibus (SO₂, NO_x, MP10); um cubo verde por casa emissora;
- Indústrias (MP10, CO, COV, NO_x, SO₂); um cubo vermelho por casa emissora, com exceção das indústrias de alta capacidade poluente;
- Poluentes regionais transportados (O₃, NO₂, MP10); um cubo amarelo;
- Queimadas (CO, COV, MP10, NO_x, SO₂), 2 cubos verdes, 2 azuis e 2 vermelhos.

Vale lembrar que neste jogo, cada fonte emissora emite uma quantidade específica e característica de poluentes representada por um cubo

colorido.

6.1.10 Equipamentos

A cidade possui alguns tipos de indústrias diferentes, sendo eles: cimenteira, termelétrica, celulose, alimentos, madeireira, química e um aterro sanitário. Cada tipo de indústria necessita de equipamentos específicos para sua adequação ambiental e, com isso, passar a não emitir poluentes (cubos vermelhos) no jogo.

Segue a relação de equipamentos que podem ser implantados em cada tipo de indústrias. Vale ressaltar que a casa mostrada abaixo é a casa referente à indústria.

- Cimenteira: Ciclone + Baghouse (casa 25);
- Termelétrica: Ciclone + Precipitador Eletrostático (casa 36);
- Celulose: Ciclone + Absorvedor / Queimador / Lavador / Baghouse (casa 61);
- Alimentos: Lavador / Queimador / Absorvedor (casa 43);
- Siderúrgica: Ciclone (casa 35);
- Madeireira: Ciclone (casa 54);
- Química: Absorvedor/Lavador/Queimador/Baghouse (casa 63);
- Lixão: Queimador (casa 90).

As indústrias Cimenteira, Termelétrica e Celulose emitem 1 poluente adicional devido ao seu alto potencial poluidor (2 cubos vermelhos).

Para que haja a adequação ambiental das indústrias, o jogador deverá ter a carta de item na mão, de um item que seja corretamente compatível com a indústria específica. Nas indústrias que necessitam de mais de um item para a regularização ambiental, o jogador deverá possuir as duas cartas de equipamentos ao mesmo tempo.

6.2 Resultados do questionário

O questionário consistiu em duas partes: A primeira parte relacionada aos conhecimentos da disciplina "GET048 - Poluição e Qualidade do Ar", e a segunda parte relacionada ao jogo em si, com perguntas de feedback dos alunos com possíveis melhorias e dúvidas sobre o jogo. O questionário apresentado em classe segue como APÊNDICE 1 do presente trabalho.

Vale ressaltar que no dia da aplicação do AQBG havia 29 alunos da disciplina em classe e que todos preencheram o questionário de forma anônima. Entretanto, nem todos responderam todas as perguntas do questionário.

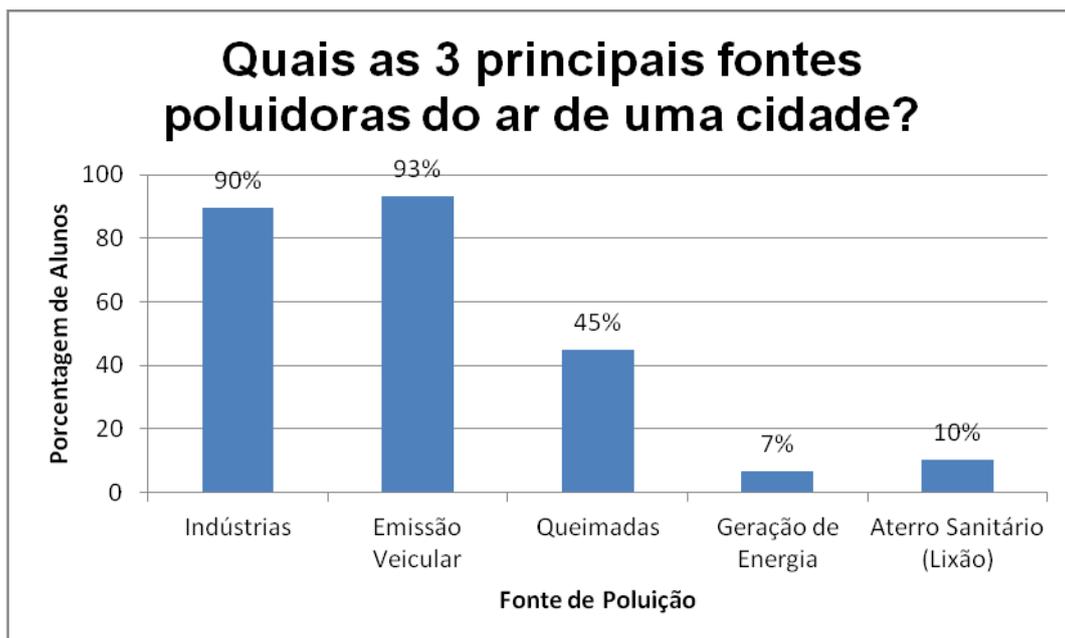
6.2.1 Conhecimentos de Poluição e Qualidade do Ar

Foi possível verificar que os alunos participantes da aula lúdica souberam, em sua maioria, responder às perguntas relacionadas à poluição e qualidade do ar. Quando perguntados sobre exemplos de fontes poluidoras do ar em uma, nota-se que mais de 90% responderam indústrias e emissão veicular e 45% responderam queimadas. Ou seja, a maioria dos alunos soube identificar as fontes abordadas no jogo, conforme mostra a Figura 9.

É possível perceber pela figura 9 que as principais fontes poluidoras de uma cidade, de acordo com os alunos, são provenientes de emissões veiculares (veículos leves e pesados - 93%), indústrias (90%) e queimadas (45%).

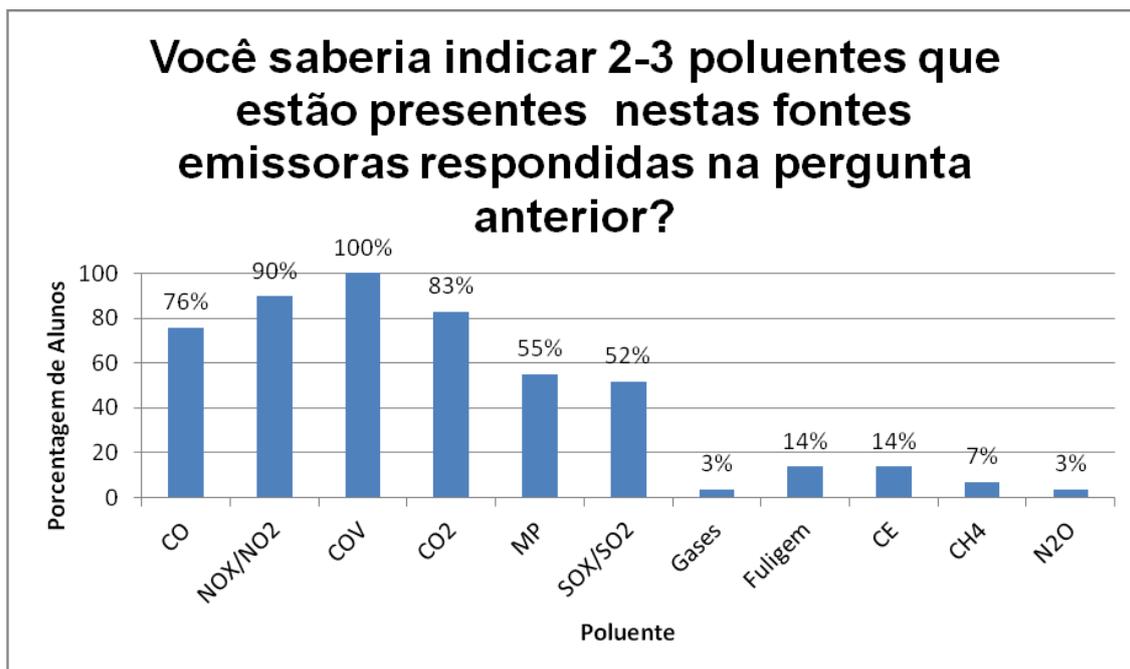
Na sequência, foi pedido para os alunos darem exemplos de poluentes emitidos. Os principais citados foram COV (100%), NOX/NO₂ (90%), CO₂ (83%), CO (76%), M.P. (55%) e SO_x/SO₂ (52%) (Figura 10).

Figura 9: Respostas dos alunos para a pergunta "Quais as 3 principais fontes poluidoras do ar de uma cidade?".



Fonte: O autor

Figura 10: Respostas dos alunos para a pergunta "Você saberia indicar 2-3 poluentes que estão presentes nestas fontes emissoras respondidas na pergunta anterior".



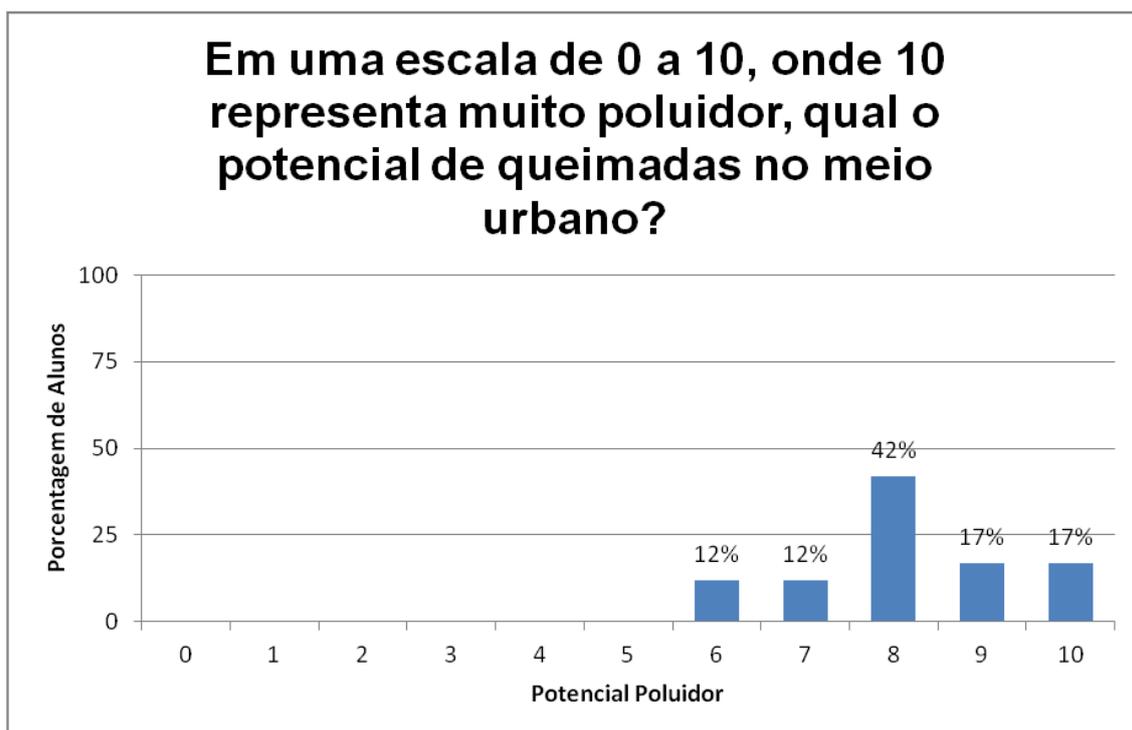
Fonte: O autor

Também foi perguntado aos alunos quais alternativas poderiam ser tomadas para reduzir/mitigar a poluição do ar nos centros urbanos. As principais respostas consistiram em trocar veículos comuns por elétricos, implementar bicicletas comunitárias, instalar bondes elétricos e transporte

público de qualidade, instalação equipamentos em indústrias, fontes alternativas de energia e arborização urbana. Estas respostas sugerem que os alunos entenderam que existem alternativas para redução de poluentes atmosféricos em uma cidade.

Ainda com o intuito de perceber se o AQBG tinha contribuído para o aprendizado dos alunos, foi solicitado que todos respondessem, em uma escala de 0 a 10 (onde 10 representa muito poluidor), qual o grau poluidor de queimadas no meio urbano. De acordo com a Figura 11, é possível perceber que todos conhecem a problemática das queimadas nas cidades e que é algo crítico e perigoso. Alguns alunos ainda observaram que a direção dos ventos e quantidade de prédios nas cidades são fatores que influenciam nas queimadas e que os mesmos são prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

Figura 11: Respostas dos alunos para a pergunta "Em uma escala de 0 a 10, onde 10 representa muito poluidor, qual o potencial de queimadas no meio urbano?".



Fonte: O autor

Outra pergunta relacionada aos conhecimentos sobre poluição do ar pedia para os alunos responderem qual é a melhor condição atmosférica entre instável e estável em termos de qualidade do ar. A grande maioria afirmou que a condição instável é melhor que a condição estável, o que de fato é verídico.

Com a condição instável há a movimentação dos ventos e das massas de ar, o que ajuda na dispersão de poluentes. Na condição estável estes poluentes ficam concentrados e não conseguem se dispersar, piorando a qualidade do ar (Figura 12).

Figura 12: Respostas dos alunos para a pergunta "Em termos de poluição do ar, qual condição atmosférica é melhor, instável ou estável?".



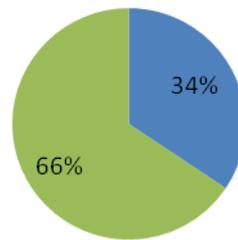
Fonte: O autor

6.2.2 Avaliação da aula lúdica

Os alunos foram questionados sobre suas percepções e opiniões pessoais a respeito do AQBG. Quando indagados sobre o que acharam da aula lúdica, todos os alunos concordam que foi útil para o aprendizado desta disciplina e divertida (66%) ou somente útil para o aprendizado desta disciplina (34%). Não houve resposta negativa, no sentido da aula não ter sido útil, para esta pergunta (Figura 13).

Figura 13: Respostas dos alunos para a pergunta "Você acha que esta aula lúdica foi:".

Você pensa que esta aula lúdica foi:



- Útil para o processo de aprendizagem desta disciplina
- Pouco útil para o processo de aprendizagem desta disciplina, mas divertida!
- Útil para o aprendizado desta disciplina e divertida
- Pouco útil para o aprendizado desta disciplina e pouco divertida
- Útil para outros fins, cite aqui quais:

Fonte: O autor

Ainda de acordo com a pergunta acima, alguns alunos fizeram comentários sobre a aula lúdica, afirmando que foi muito útil e muito divertida.

Quando perguntados sobre o que mais gostaram no jogo, as respostas apresentaram uma grande diversidade, no entanto, muitos citaram o caráter colaborativo do jogo. Entre as opções mais citadas estão:

- O jogo ser em grupo, onde todos se ajudam;
- A dinâmica do jogo;
- A diversão;
- As perguntas;
- A "rosa dos ventos";
- Formulação de estratégias para a diminuição da emissão dos poluentes.

Com relação ao que menos gostaram no jogo, as principais respostas foram:

- Dificuldade nas instruções;
- As trocas de ações serem somente nas mesmas regiões do tabuleiro;
- Poucas ações;
- Dificuldade aumentada com o passar do jogo;
- O jogo, em alguns momentos, depender da sorte;

- A não movimentação do personagem "mestre".

Quando perguntados se fariam alguma modificação no jogo, podendo ser nas regras, habilidades ou personagens, as principais respostas consistiram em:

- Colocaria menos regras e regras mais simples;
- Mudar ações em qualquer área do jogo;
- Cartas para voltar o "mestre" ou aumentar sua participação no jogo;
- A quantidade de ações;
- Parques serem mais úteis;
- Colocar benefícios para as cores "roxo" e "laranja" na rosa dos ventos.

Entretanto, é possível afirmar que a aula lúdica foi muito bem vista por todos os alunos (Figura 14). Quando perguntados se a aula lúdica atendeu às expectativas de cada um, a grande maioria dos alunos respondeu "acima das minhas expectativas" (69%).

Figura 14: Respostas dos alunos para a pergunta "Expectativas relacionadas a aula lúdica".



Fonte: O autor

Os alunos também foram perguntados sobre o que acharam das perguntas do jogo. Os resultados estão mostrados na Figura 15. De maneira

geral, todos os alunos concordam que foram perguntas aplicadas de forma coerente com o ensinado em sala de aula. Independente se acharam fáceis ou difíceis, todos concordam que tudo que foi perguntado condizia com o apresentado durante o semestre letivo. 50% dos alunos acharam as perguntas difíceis, mas coerentes com o ensinado em sala de aula, 39% acharam as perguntas fáceis e 11% acharam as perguntas medianas. Estes resultados indicam que o nível de dificuldade das perguntas poderá ser mantido.

Figura 15: Respostas dos alunos para a pergunta "Com relação às perguntas do jogo, na sua opinião elas foram:".

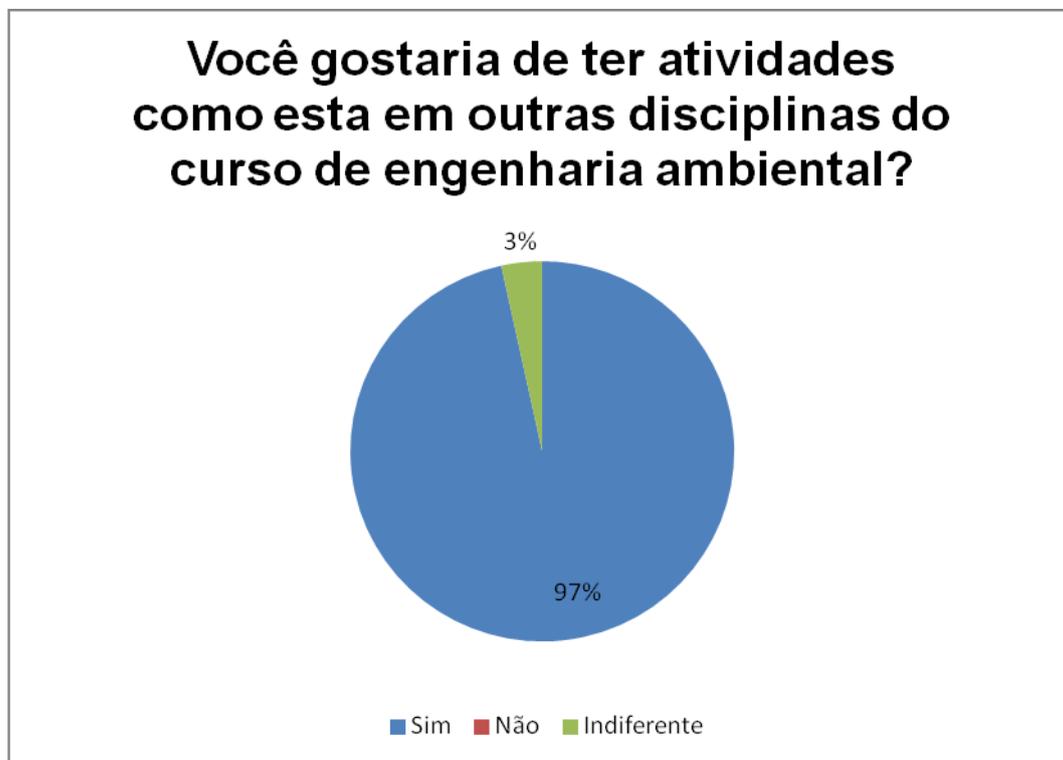


Fonte: O autor

A aplicabilidade do AQBG mostra-se mais uma vez efetiva com os alunos quando estes são perguntados se gostariam que houvesse outras atividades como esta em outras disciplinas no curso de engenharia ambiental.

Como mostrado na figura 16, 97% dos alunos acham que as outras disciplinas também deveriam ter jogos no processo de aprendizado.

Figura 16: Respostas dos alunos para a pergunta "Você gostaria de ter atividades como esta em outras disciplinas do curso de engenharia ambiental?".



Fonte: O autor

Quando o AQBG foi apresentado aos alunos, uma ficha do personagem foi solicitada a cada um, de maneira que todos pensassem em um personagem fictício que pudesse participar do jogo. As duas últimas perguntas do questionário foram realizadas pensando no grau de dificuldade dos alunos em criar este personagem para o jogo e o que mudariam na ficha do personagem pós jogo.

De acordo com a Figura 17, é possível constatar que mais de 80% dos alunos não tiveram dificuldade em desenvolver um personagem para o jogo. E por fim, a última pergunta do questionário indagava aos alunos sobre o que eles mudariam na ficha do personagem apresentada. A maioria dos alunos respondeu que não seria necessário mudar coisa alguma na ficha, somente alguns detalhes, como espaço para escrever a habilidade escolhida ou a mesma ter alguma influência no jogo.

Figura 17: Respostas dos alunos para a pergunta "Foi difícil pensar num personagem para ao jogo?".



Fonte: O autor

A partir da análise dos questionários aplicados em sala, após a aula lúdica, foi possível constatar que o AQBG atendeu às expectativas, despertando o interesse dos alunos nos conceitos apresentados.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível afirmar que o jogo apresentado atingiu seu objetivo de desenvolver, avaliar e contribuir para a formação do engenheiro ambiental. A avaliação realizada pela professora e monitores da disciplina "GET048 - Poluição e Tratamento do ar" demonstrou que o jogo equivale a uma atividade pedagógica com potencial para favorecer a autonomia dos alunos e o pensamento crítico-reflexivo de todos os presentes na aula lúdica.

Diante do que foi analisado no decorrer da atividade e dos resultados obtidos, observa-se que a inserção de jogos na educação do ensino superior traz inúmeros benefícios ao aprendizado. Pode-se perceber que os jogos instigam os alunos a pensarem nos problemas recorrentes relacionados às diversas áreas de estudo.

Recomenda-se que sejam elaborados, avaliados e utilizados mais jogos no ensino de Engenharia Ambiental, sobretudo, no formato de RPG, que se mostrou bem aceito entre o público universitário e evidenciou muitas potencialidades para se repensar a formação e a atuação como futuro engenheiro.

No ensino em Engenharia Ambiental, recomenda-se, especificamente, que o RPG possa ser utilizado para favorecer experiências a estudantes, buscando colocá-los diante de situações diversificadas da vivência curricular e profissional, atuando na área de poluição e qualidade do ar.

Dadas essas reflexões sobre a utilização de jogos em geral e do RPG na educação e, especificamente, no ensino em Engenharia Ambiental, recomenda-se, ainda, na avaliação dos jogos utilizados – ou na avaliação de qualquer estratégia pedagógica – a consideração de instrumentos de coleta de dados que, para além de avaliar territórios estáticos, permitam captar o envolvimento dos participantes e possibilitem considerar a avaliação do movimento.

Nesse sentido, o jogo elaborado no formato de RPG foi uma atividade pedagógica capaz de auxiliar no entendimento do aluno sobre as questões ambientais e os agravantes na saúde humana e é capaz de favorecer a compreensão dos cenários de atuação do futuro engenheiro ambiental e das habilidades necessárias para a atuação desse profissional.

Contudo, é válido dizer que o jogo foi alterado após a aula lúdica apresentada, de maneira a ser aperfeiçoado, levando em conta as considerações e opiniões dos alunos que já participaram, buscando assim, aumentar a efetividade e aprendizado dos estudantes.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. **Lei 9795/99, de 27 de Abril de 1999 - Estabelece a política Nacional de Educação Ambiental.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>>. Acesso em 30 de março de 2018.
2. BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** MEC. Brasil. 2002.
3. BRASIL. **Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990.** Disponível em: < http://www.ibram.df.gov.br/images/resol_03.pdf<. Acesso em 12 de abril de 2019.
4. CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica.** 3 ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.
5. CETESB. **Relatório de Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2016.** São Paulo, 2017.
6. DAPPER, S. N.; SPOHR, C.; ZANINI, R.R. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. **Estudos Avançados.** 2016, vol.30, n.86, pp.83-97.
7. DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas.** São Paulo: Gaia, 1991.
8. FITTIPALDI, C. B. **Jogo e mediação social: um estudo sobre o desenvolvimento e a aprendizagem de alunos do ensino fundamental.** Est. Aval. Educ., v. 20, n. 42, p. 125-50, 2009.
9. GOUVEIA, N. et al. **Hospitalizações Por Causas Respiratórias E**

- Cardiovasculares Associadas À Contaminação Atmosférica No Município De São Paulo.** Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.22, n.12, p.2669-77, 2006.
10. HUIZINGA, J.; **Homo Ludens – o jogo como elemento da cultura.** 5. Ed. São Paulo: Perspectiva, 2010. 243 p.
11. IBAMA. **Educação Ambiental no IBAMA.** Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=597> Acesso em 6 de dezembro de 2018.
12. IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Fontes de Poluição Atmosférica.** Disponível em <<http://www.iap.pr.gov.br/pagina-1415.html>> Acesso em 02 de dezembro de 2018.
13. Lucia, S., & Pinto, D. S. (n.d.). **Educação Ambiental No Contexto Da Educação Para O Campo : Um Saber Necessário.** 1–11.
14. MELLOWS, apud DIAS, G. F. D. **Educação Ambiental – Princípios e práticas.** São Paulo, Gaia, 1992.
15. MININI, apud DIAS, G. F. D. **Educação Ambiental – Princípios e práticas.** São Paulo, Gaia, 1992.
16. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Poluentes Atmosféricos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html>>. Acesso em 12 de janeiro de 2019.
17. MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Em Mapas Conceituais.** Série Textos de Apoio ao Professor de Física, PPGEnFis/IFUFRGS, Vol. 24, Nº 6, 2013.

18. OLIVEIRA, N. D. M. N. (2017). **Metodologias Usuais Para Tratamento dos Principais Poluentes Atmosféricos em Centros Urbanos**. 61p.
19. PANDYA, R. J. et al. **Diesel Exhaust And Asthma: Hypotheses And Molecular Mechanism Of Action**. *Environ Health Perspect*, v.110, (suppl 1), p.103-12, 2002.
20. PIRES, M. R. G. M.; GUILHEM, D.; GÖTTEMS, L. B. D. **Jogo (in)dica-sus: estratégia lúdica na aprendizagem sobre o sistema único de saúde**. *Texto Contexto Enferm.*, v. 22, n. 2, p, 379-88, 2013.
21. REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. 1.ed. São Paulo: Brasiliense, 2001.
22. SANTOS, F. R., & Silva, A. M. (2017). **A importância da educação ambiental para graduandos da Universidade Estadual de Goiás : Campus Morrinhos. The importance of environmental education for students at the State University of Goiás : Campus Morrinhos**. *Estado de Goiás : Campus Morrinhos*, 71–85.
23. SANTOS, U. de P. **Poluição, aquecimento global e repercussões na saúde**. *Rev. Assoc. Med. Bras.*, São Paulo , v. 53, n. 3, p. 193-194, June 2007 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42302007000300004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 12 de janeiro de 2019
24. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Rosa dos Ventos**. Disponível em: <<http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1038&evento=1>>. Acesso em 30 de março de 2018.

25. SILVA, A. F. da; VIEIRA, C. A. (2017). **Aspectos da poluição atmosférica: uma reflexão sobre a qualidade do ar nas cidades brasileiras** **Aspects of air pollution: a reflection about air quality in Brazilian cities**, 166–189p.
26. SOARES, A. N.; GAZZINELLI, M. F. C.; SOUZA, V. de. **Role Playing Game (RPG): elaboração e avaliação de estratégia pedagógica para formação crítica e autônoma do enfermeiro**. 2013. 192 p.
27. TECMUNDO. **O que é RPG?** Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/video-game-e-jogos/243-o-que-e-rpg-.htm>> Acesso em 02 de dezembro de 2018
28. UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Equipamentos de Controle de Poluição do Ar**. Disponível em: <[https://www.inf.ufes.br/~neyval/Rec_Atм\(moduloVI\).pdf](https://www.inf.ufes.br/~neyval/Rec_Atм(moduloVI).pdf)>. Acesso em 12 de janeiro de 2019.
29. VIGOTSKI, L.; **A Formação Social da Mente**. Martins Fontes, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Questionário

1. Quais as 3 principais fontes poluidoras do ar de uma cidade?
2. Você saberia indicar 2-3 poluentes que estão presentes em cada uma destas fontes emissoras respondidas na pergunta anterior? Por favor, indique-as em ordem de potencial poluidor, de maior para menor potencial.
3. Quais as alternativas para reduzir/mitigar a poluição do ar em centros urbanos? O que pode ser feito?
4. Tem alguma alternativa para reduzir/mitigar a poluição do ar em centros urbanos que não foi adotada no jogo que você recomenda, qual/quais?
5. Numa escala de 0-10, onde 10 representa muito poluidor, qual o potencial poluidor de queimadas no meio urbano? Por quê?
6. Em termos de poluição do ar, qual condição atmosférica é melhor, estável ou instável?
7. Você pensa que esta aula lúdica foi:
 útil para o processo de aprendizado desta disciplina
 pouco útil para o processo de aprendizado desta disciplina, mas divertida!
 útil para o aprendizado desta disciplina e divertida
 pouco útil para o aprendizado desta disciplina e pouco divertida
 útil para outros fins, cite aqui quais _____
8. Cite algo que você mais gostou sobre o jogo.
9. Cite algo que você não gostou sobre o jogo. Dê sugestões de como poderia ser melhorado.
10. O que você mudaria no jogo? Regras/personagens/habilidades/...?
11. Com relação às suas expectativas, esta atividade lúdica ficou:
 dentro das minhas expectativas
 acima das minhas expectativas
 abaixo das minhas expectativas
 eu não tinha expectativa nenhuma
12. Se você respondeu abaixo das expectativas poderia dar alguns detalhes do por quê?

13. Com relação às perguntas do jogo, na sua opinião, elas foram:

- () fáceis, mas incoerentes com o ensinado em sala de aula
- () fáceis e coerentes com o ensinado em sala de aula
- () difíceis, mas coerentes com o ensinado em sala de aula
- () difíceis e incoerentes com o ensinado em sala de aula
- () medianas, mas coerentes com o ensinado em sala de aula

14. Você gostaria de ter atividades como esta em outras disciplinas do curso de Engenharia Ambiental?

- () Sim
- () Não
- () Indiferente

15. Foi difícil pensar num personagem para o jogo?

- () Sim
- () Não

16. O que você mudaria na ficha do personagem?

APÊNDICE 2 - Ficha do Personagem AIR QUALITY BOARD GAME v. 1.0

Imagem do personagem	Padrão de qualidade do ar	Danos/vidas:																																					
	<table border="1"> <tr><td>0 < BOA ≤ 10</td></tr> <tr><td>11 < REGULAR ≤ 20</td></tr> <tr><td>21 < INADEQUADA ≤ 30</td></tr> <tr><td>31 < MÁ ≤ 40</td></tr> <tr><td>41 < PÉSSIMA</td></tr> </table>	0 < BOA ≤ 10	11 < REGULAR ≤ 20	21 < INADEQUADA ≤ 30	31 < MÁ ≤ 40	41 < PÉSSIMA	<table border="1"> <tr><td>100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	100											100											100									
0 < BOA ≤ 10																																							
11 < REGULAR ≤ 20																																							
21 < INADEQUADA ≤ 30																																							
31 < MÁ ≤ 40																																							
41 < PÉSSIMA																																							
100																																							
100																																							
100																																							
Nome: _____																																							
Idade: _____																																							
Profissão: _____																																							
Formação: _____																																							
Observações relevantes: _____																																							

APÊNDICE 3 - Fotos da aplicação do AQBQ



