

INTERDISCIPLINARIDADE EM COMPONENTES CURRICULARES DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Mateus F. P. da Silva – mateuspeixoto@alu.ufc.br

Rafael W. B. F. da Silva – rwsilva@det.ufc.br

Laboratório de Geomática Aplicada – Universidade Federal do Ceará

Campus do Pici, Bloco 717

60455-760 – Fortaleza - Ceará

Waldemiro de A. P. Neto – wapn@det.ufc.br

Carlos A. U. da Silva – uchoa@det.ufc.br

Departamento de Engenharia de Transportes – Universidade Federal do Ceará

Campus do Pici, Bloco 703

60440-900 – Fortaleza - Ceará

Resumo: *A interdisciplinaridade ocorre quando há cooperação e diálogo coordenados entre disciplinas (SILVA, 2016). Deste modo, no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará é possível perceber que há estas relações entre as disciplinas ofertadas pelo Departamento de Engenharia de Transportes. No ciclo básico do curso há a ministração de Topografia, a qual serve como primeira ambientação do postulante a engenheiro no campo de trabalhos. O serviço topográfico pode ser auxiliado pelas geotecnologias, o que facilita a captação e o tratamento dos dados. Estas atividades são preliminares ao Projeto e Construção da Infraestrutura Viária, disciplina ofertada no ciclo profissional, nesta há a retomada de conceitos fundamentais lecionados anteriormente para a sustentação do ensino. Atualmente, os softwares dão suporte aos projetos desenvolvidos nas disciplinas, por exemplo, o DataGeosis, que consegue trabalhar nas etapas de captação, tratamento e aplicação dos dados levantados. Nestas etapas há a direta relação com as três disciplinas ofertadas em sequência. Deste modo, o estudo busca compreender e interligar os conhecimentos adquiridos progressivamente no curso, de forma a explicitar uma metodologia ativa de ensino, a aprendizagem baseada em projetos.*

Palavras-chave: *Interdisciplinaridade. Infraestrutura. Transportes.*

1 INTRODUÇÃO

O estudante de engenharia, hodiernamente, encontra-se cada vez mais conectado às novas ferramentas de ensino e trabalho. Apesar disso, e das limitações de estratégias didáticas baseadas quase que exclusivamente na apresentação oral do conteúdo, o chamado ensino tradicional é ainda muito presente no ambiente escolar. São indispensáveis, portanto, alternativas e metodologias que coloquem a universidade em consonância com as características e necessidades da sociedade.

Neste contexto, é percebida a tendência de ruptura da tradicional relação docente-discente, passando e existir mais sintonia entre os dois entes. Nesta direção, o aluno está ganhando mais autonomia intelectual para produzir e aprender de forma reflexiva com o apoio das metodologias ativas de aprendizagem.

Neste sentido, tem crescido a diversidade de metodologias ativas, que procuram trazer o aluno para o centro do processo educativo, como agente da sua própria aprendizagem. São exemplos de tais metodologias, o Ensino sob Medida, originalmente denominado de *Just-in-Time Teaching*, (NOVAK *et al.*, 1999), a Instrução pelos Colegas ou *Peer Instruction* (MAZUR, 2015), a Aprendizagem Baseada em Equipes ou *Team-Based Learning* (MICHAELSEN; KNIGHT; FINK, 2004), a Aprendizagem Baseada em Projetos ou *Project-Based Learning* (BENDER, 2014), entre outras.

Dentre essas, pode-se destacar a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) como uma metodologia cujo potencial envolve não só o trabalho colaborativo, como também o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas abertos e a interdisciplinaridade.

Deste modo, além da avaliação tradicional por prova escrita, os discentes são direcionados a enfrentar situações-problema, o que simula um ambiente real de trabalho. O estudante é beneficiado com o domínio de ferramentas importantes para o desempenho da função do engenheiro, como o uso de equipamentos e *softwares* aplicados. Neste ambiente, são inseridas variáveis como prazos de execução, composição de equipes de trabalho, dentre outras exigências que o profissional usualmente se depara ao participar por exemplo, de um processo licitatório para a execução de projetos de Engenharia. Desta forma busca atender às necessidades formativas indo a um patamar superior, indo além de cumprir a mera acumulação de conhecimentos. Esta abordagem busca envolver, entre outras questões, a capacidade de seleção e tratamento de informações, a transposição de conhecimento de uma situação e/ou contexto para outro, a resolução de problemas para os quais não estão estabelecidas uma resposta e a capacidade de trabalhar de forma cooperativa.

A ABP tem se mostrado capaz de envolver os estudantes em investigações que ultrapassam os limites da sala de aula e que, além da aprendizagem acadêmica, proporcionam motivação, engajamento e, em muitos casos, contribuições à comunidade na qual os alunos estão inseridos (BENDER, 2014). Essas características, desejadas por todos os ramos da educação, podem ser especialmente úteis em disciplinas costumeiramente consideradas difíceis e de baixo interesse para grande parte dos alunos, principalmente na engenharia.

Uma aplicação prática da ABP está sendo desenvolvida no curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, a partir da integração dos conhecimentos adquiridos progressivamente nas disciplinas de Topografia, Geotecnologias Aplicadas à Engenharia e Projeto e Construção da Infraestrutura Viária. Através da transversalidade dos conteúdos, marcante nestas três disciplinas., os alunos são inseridos em uma situação problema que simula as diferentes fases de um projeto executivo de engenharia.

Este processo se inicia na disciplina de Topografia, onde é realizado um levantamento de campo, por meio de instrumentos como teodolito e trena ou aparatos digitais como a estação total, disponibilizados para alunos pelo Laboratório de Geomática Aplicada da UFC.

Os discentes aprendem a operar os equipamentos e também tratar a informação obtida em cadernetas de cálculo e representando por meio de desenho assistido por computador, a planta de levantamento. Também são previstas atividades realizadas a partir dos dados brutos, como

por exemplo, a sistematização de terreno por meio do cálculo de volume por seção transversal e também o desenho manual de curvas de nível.

Na sequência, as Geotecnologias se apresentam como ferramenta de suporte para tratamento digital das informações coletadas em campo, permitindo a simplificação de operações matemáticas, a otimização de tempo e maior precisão numérica. Nesse contexto, a disciplina optativa de Geotecnologias Aplicadas à Engenharia, cumpre este papel, orientando os discentes acerca da utilização de *softwares*, métodos de levantamento de informações geográficas e geração de produtos, tais como: mapas, cartas topográficas e informações para locação de obras.

O estudo das Geotecnologias representa a base para o entendimento do caráter espacial dos problemas encontrados na Engenharia de Transportes, que tem um forte componente espacial. Através de diferentes tecnologias e métodos, do uso de diferentes equipamentos e aplicativos computacionais é possível compreender, quantificar e qualificar os fenômenos que ocorrem no espaço urbano e regional através da incorporação efetiva do atributo espacial nas análises exploratórias e de diagnóstico dos problemas identificados no sistema de Transportes.

Neste sentido as duas componentes curriculares até aqui apresentadas fornecerão subsídio para a disciplina de Projeto e Construção da Infraestrutura Viária, a qual inicia com o projeto geométrico de vias, onde são tratadas etapas de projeto como o traçado geométrico, cálculo e locação de curvas, cálculo de volumes de corte e aterro e etapas posteriores que serão consideradas no projeto de terraplenagem. Deste modo, o processo de escolha do traçado, etapa inicial do projeto de geometria recorre aos resultados obtidos nos projetos desenvolvidos nas disciplinas de Topografia e Geotecnologias. A Topografia mostra-se como fator de alta influência na escolha da localização, visando otimizar a movimentação de terra, a fim de não gerar custos elevados (PIMENTA; OLIVEIRA, 2004). As Geotecnologias por sua vez fomentam a melhor compreensão espacial do traçado, contribuindo com a melhor concepção de um traçado consistente do ponto de vista geométrico, além de permitir uma melhor avaliação técnica e econômica para a execução de etapas como as desapropriações e movimentos de terra.

Neste trabalho, esta abordagem de ensino é apresentada através de um exemplo prático, onde é desenvolvido o traçado de uma Via no Campus do Pici da UFC em Fortaleza, Ceará. Os dados utilizados como base para o projeto são oriundos de uma caderneta topográfica obtida dos levantamentos de campo desenvolvidos na disciplina de Topografia. Estes dados são posteriormente manipulados na Disciplina de Geotecnologias Aplicadas à Engenharia, onde são incorporadas outras fontes de dados como as imagens de satélite da região. Na sequência estes dados servirão de *input* para os temas tratados na disciplina de Projeto e Construção da Infraestrutura Viária, sendo utilizado na integração destas etapas, o *software DataGeosis*. Na etapa final do trabalho é cumprida uma etapa de discussão dos resultados e das conclusões obtidas.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é explorar a relação entre as disciplinas de Topografia, Geotecnologias Aplicadas à Engenharia e Projeto e Construção da Infraestrutura Viária, sob a perspectiva da interdisciplinaridade e aprendizagem baseada em projetos. Neste contexto, os objetivos específicos são discutir as funcionalidades, aplicações e limitações do método de ensino proposto, gerando informações que possam colaborar com o processo ensino-aprendizagem.

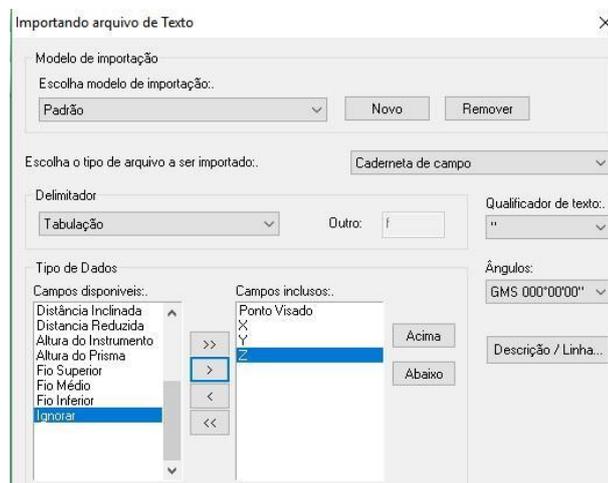
3 METODOLOGIA

3.1 Fase preliminar

Para o desenvolvimento das atividades propostas, é necessário partir de uma caderneta de topográfica de pontos da área de estudo no Campus do Pici-UFC. Estes dados são advindos de levantamento aerofotogramétrico e trabalho de reambulação em campo com adição de pontos de controle via sistema GPS realizado para a Prefeitura Municipal de Fortaleza e disponibilizado pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Esta caderneta é importada ao software *DataGeosis*, nela está incluída a referência do ponto, a coordenada plana X, a coordenada plana Y (no sistema UTM e fuso 24 Sul). Além disso, é utilizada de apoio uma imagem de satélite obtida no *Google Earth Pro* e georreferenciada com pontos de controle.

O software *DataGeosis* reconhece os dados brutos de vários equipamentos de levantamento topográfico e também cadernetas em formato de texto separados por categoria. Além disso, o software permite realizar diversas operações com a rede de pontos, por exemplo, disposição espacial de pontos, traço de curvas de nível e modelo digital de terreno, o qual estima as cotas de todas as regiões a partir de pontos de controle. Dentre as várias versões do software disponíveis, o Laboratório de Geomática Aplicada detém uma licença da versão *office*, que permite a exportação dos produtos gerados. Várias aplicações das operações realizadas no *DataGeosis*, a que será explorada aqui corresponde ao projeto de via. A Figura 1 expõe a interface de recepção dos dados brutos para aplicação em fases posteriores de tratamento e obtenção de produtos úteis.

Figura 1: Menu de importação da caderneta para o software.



Fonte: Arquivo Pessoal

3.2 Resumo das etapas para a execução do projeto

- Obter informações topográficas, a partir de uma caderneta de pontos georreferenciados e uma imagem de satélite. Estes dados são a disposição espacial dos pontos, modelo digital de terreno, curvas de nível e mapa declividades e modelo de três dimensões.
- Desenvolver o projeto geométrico de uma via, considerando fatores ambientais dentro do Campus do Pici;
- Gerar os produtos relacionados a projeto da via, os quais darão suporte para a locação;

- Discutir as funções do *software DataGeosis* nas etapas de captação, tratamento e aplicação de dados brutos;
- Relacionar as etapas descritas, no âmbito dos conteúdos ministrados nas disciplinas de Topografia, Geotecnologias Aplicadas à Engenharia e Projeto e Construção da Infraestrutura Viária.

3.3 Implementação do projeto

É necessária a criação da rede espacial, composta pela imagem de satélite e nuvem de pontos. Posteriormente, há a geração do modelo digital de terreno (modelo numérico) e modelo 3D. Estes dados são importantes para o cálculo de cotas em sistema contínuo a partir das cotas discretas e também a percepção visual das diferenças ortométricas. É utilizado o método do vizinho mais próximo para a estimação dos valores de cota. Este produto é de fundamental importância, pois é requisito para prosseguimento dos trabalhos.

A partir destas informações é possível obter o mapa de declividades e curvas de nível do local, possibilitando uma noção visual da situação topográfica, o que auxilia a escolha da região do traçado por meio do comando “traçado geométrico”. Nesta função, há a geração de retas em que os vértices irão compor os pontos de intersecção para posterior escolha dos modos de curva, determinando a concordância horizontal.

Prosseguindo, é gerado o perfil por meio estaqueamento do traçado. O perfil informa as diferenças altimétricas entre as estacas e possibilita o estabelecimento do greide. Assim, já é possível perceber as áreas de corte de aterro. Com a criação das seções transversais, há a definição de camadas de terreno e projeto, o que possibilita a volumetria. A criação da seção-tipo, permite a customização da via, por meio da geração do acostamento e pista com parâmetros definidos. Por fim, o *software* gera relatórios de volume e locação. Estes por sua vez, possibilitam ao aluno, a criação do Diagrama de Bruckner, elemento primordial para o estudo da terraplenagem.

3.4 Perspectiva de aprendizagem

Na perspectiva da ABP devem ser consideradas as práticas de ensino mais eficazes do século XXI, ou seja, os estudantes devem trabalhar com questões e problemas reais, colaborando na criação de soluções e apresentando os resultados.

Com a ABP tornam-se mais interessantes os conteúdos abordados por cada disciplina, aumentando o entusiasmo do aluno pelo aprendizado e melhorando seu desempenho. Esta metodologia de ensino permite que os alunos desenvolvam habilidades aplicáveis na vida real, e assim possam adquirir conhecimentos ao investigar problemas e desafios complexos. Dessa forma, as etapas para a execução do projeto criam uma interface entre a obtenção das informações topográficas, a partir de uma caderneta de pontos georreferenciados e uma imagem, e o desenvolvimento do projeto geométrico de uma via, relacionando as etapas citadas, respectivamente com Topografia, Geotecnologias Aplicadas à Engenharia e Projeto e Construção da Infraestrutura Viária.

Os alunos são incentivados a criar seus próprios fluxos de trabalho e a fazer decisões sobre a apresentação de seus resultados, passando assim para a terceira fase, onde ocorre sua implementação. Outro elemento importante do aprendizado baseado em projetos é a inclusão de técnicas cooperativas de aprendizagem, onde os *softwares* de integração encontram o seu respaldo. Isso também significa trazer vários alunos de habilidades diversas a um projeto, para que eles colaborem e trabalhem juntos para realizar uma concatenação dos conteúdos das disciplinas na solução de um problema real.

4 RESULTADOS

4.1 Concordância horizontal

É necessário compreender a concordância horizontal das curvas locadas, bem como os seus elementos de formação, pois estas informações farão parte da caderneta de locação. O *software* permite a inserção e manipulação de parâmetros normativos ou arbitrários para o traçado das curvas. Na Figura 2 é apresentada uma proposta de ligação entre vias existentes na área do Campus do Pici, fazendo a mínima intervenção na região, pois são evitados obstáculos na via proposta. A Tabela 1 mostra os elementos das curvas projetadas.

Figura 2: Representação do traçado da via no Campus do Pici



Fonte: *DataGeosis*

Tabela 1: Elementos de curva

CURVA	01	02
TIPO DE CURVA	Circular Simples	Transição Simétrica
ÂNGULO CENTRAL	49°51'03"	7°58'19"
RAIO	220,000 m	220,00 m
DESENVOLVIMENTO	102,239 m	T ₁ = 25,335 m T ₂ = 25,335 m
COMPONENTES DA TRANSIÇÃO	L ₁ = 0,000 m L ₂ = 0,000 m	L ₁ = 20,000 m L ₂ = 20,000 m

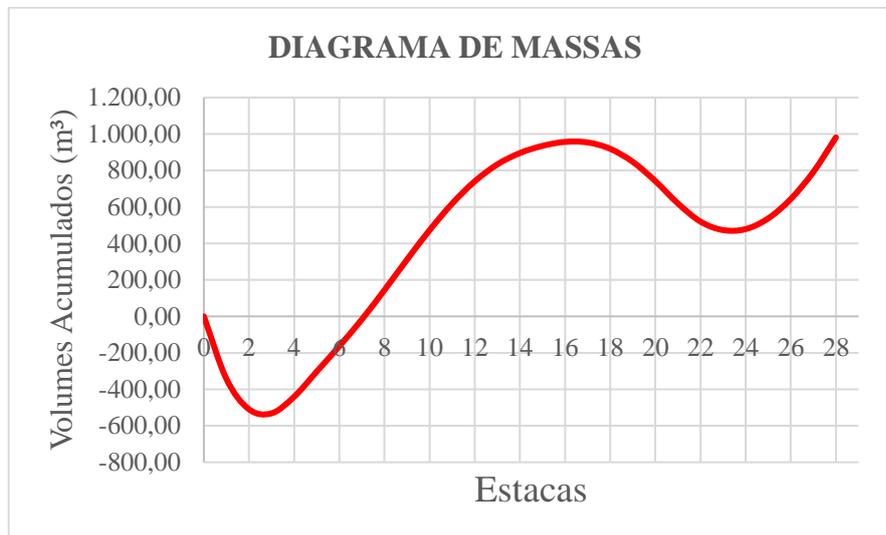
Fonte: *DataGeosis*

4.2 Concordância vertical

Este elemento é primordial para o estudo de terraplenagem do projeto, a partir do conhecimento da movimentação de terra é possível calcular os momentos de transporte no diagrama de massas. O *software* permite a geração de perfil com os seguintes elementos: imposição de greide, elaboração de seções transversais da região, seção-tipo da via com elementos customizáveis (talude, pista, pavimentação). São considerados também alterações nos volumes retirado e inserido, relatório de volume por seção e diagrama de massas. Estes dados podem ser interpretados em planilhas eletrônicas e expostos por gráficos como através da construção do Diagrama de Massas, exposto no Gráfico 1. Além disso, a representação do perfil com informações altimétricas e áreas de corte e aterro, para melhor compreensão visual

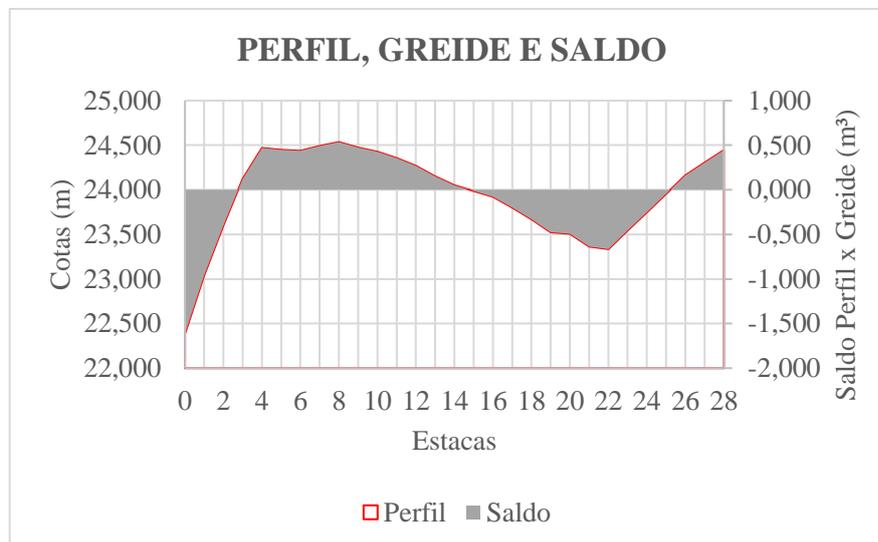
do estudante serve como instrumento auxiliar dentro da perspectiva de aprendizagem. Este perfil está exposto no Gráfico 2.

Gráfico 1: Diagrama de massas para o projeto proposto.



Fonte: DataGeosis

Gráfico 2: Representação do perfil da via e confronto com o greide.

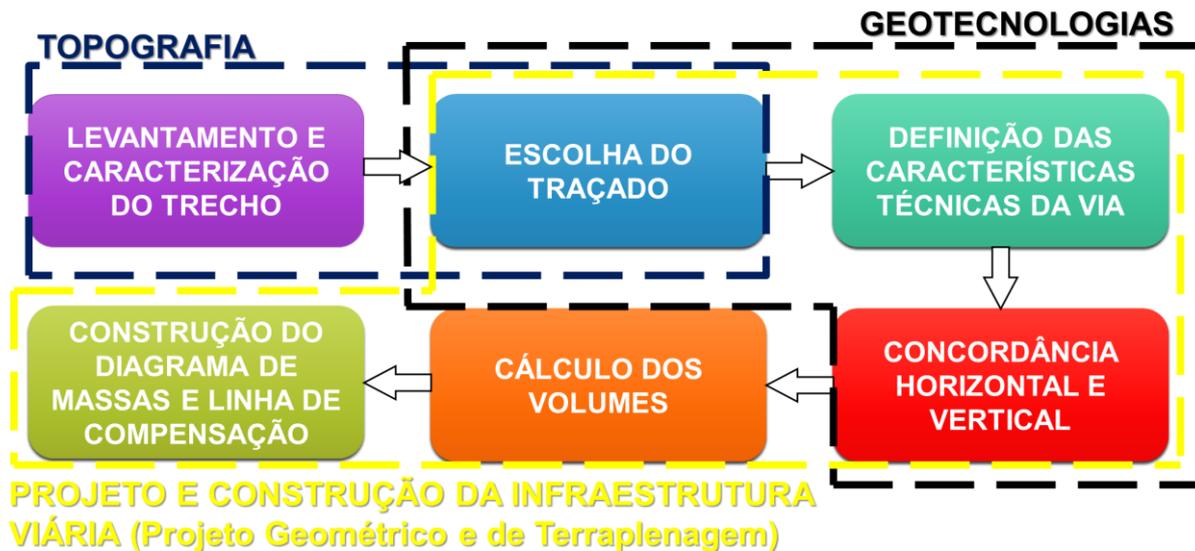


Fonte: DataGeosis

4.3 Aplicação nas disciplinas

Como resultado final do processo de ensino aprendizagem nota-se que as disciplinas podem ser unidas pelo fluxograma de atividades, apresentado na Figura 3, que foi elaborado a partir da aplicação da ABP.

Figura 3: Fluxograma do processo de projeto para aplicação.

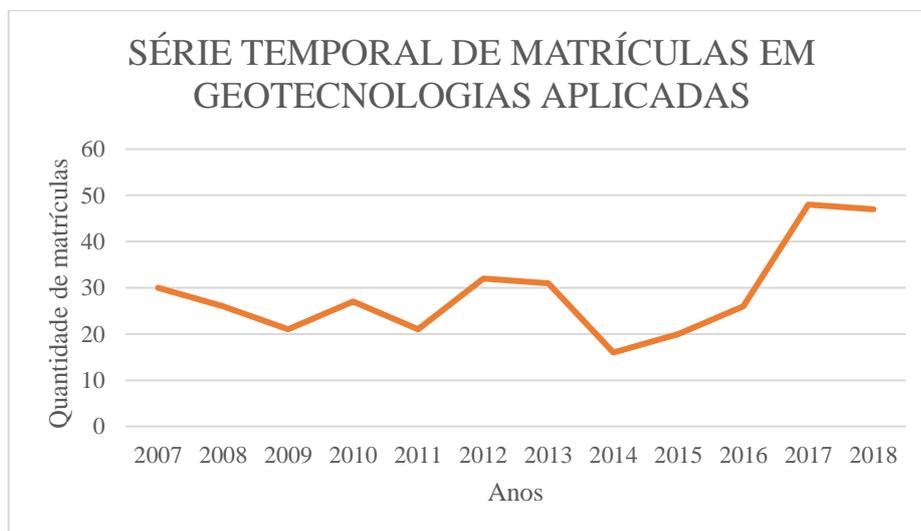


Fonte: Arquivo Pessoal

A Figura 3 apresenta o fluxo de atividades que abrangem o desenvolvimento do projeto utilizado nesta aplicação de ABP. O processo se inicia com o levantamento e caracterização do trecho de projeto, objeto de estudo da Topografia, que irá impactar diretamente na escolha do traçado viário. Este traçado, por sua vez, com base no conhecimento das Geotecnologias, poderá ser concebido de forma mais adequada. Como resultado serão definidas as características técnicas da via, sua concordância horizontal e vertical, aspectos estes tratados o Projeto Geométrico. A partir da comparação entre a condição do terreno e o do Projeto Viário e desenvolvido o Projeto de Terraplenagem.

É importante ressaltar que este ciclo trata de interação entre componentes curriculares obrigatórios e optativo. Entretanto, é notório o crescimento da demanda de alunos para a disciplina de Geotecnologias Aplicadas à Engenharia. Em 2017, a oferta de vagas foi duplicada e mantém-se em 50 vagas anuais. A evolução desta demanda é descrita no Gráfico 3.

Gráfico 3: Série temporal de matrículas.



Fonte: Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas / UFC.

A integração destas etapas possibilita um melhor aprendizado das disciplinas, fazendo com que o aluno não segregue os conteúdos, mas encontre uma conexão entre elas estabelecendo uma forma de aplicação em um projeto real.

5 CONCLUSÕES

O emprego da ABP tornou possível desenvolver produtos úteis para a atividade do engenheiro a partir de dados preliminares tratados adequadamente como o uso de um *software*. No que se refere à proposta de aprendizagem, foi verificado que é bastante positiva a ideia de utilizar a situação-problema na abordagem do traçado de alternativas viárias, levando a uma melhor compreensão e aplicação de princípios de topografia, geotecnologias e projeto e construção viária. O diálogo focado nestas disciplinas possibilita uma discussão sensata do aproveitamento dos métodos de aprendizado, seja dos métodos atuais, assim como a proposição de novas abordagens. Os estímulos positivos são percebidos pelo exercício da criatividade dos alunos em busca de soluções inovadoras.

As potenciais dificuldades percebidas estão relacionadas à disponibilização de *software*, o *DataGeosis* não é disponibilizado em versão completa gratuita para uso estudantil, o que limita a quantidade de licenças que o Laboratório de Geomática Aplicada detém. A escolha da ferramenta está associada à facilidade de recepção de dados, intuitividade de manuseio e possibilidade de obtenção de produtos relevantes.

Esta aplicação deixa como sugestão aos educadores interessados em conhecer as diversas inovações nas mais variadas áreas do conhecimento, que se pode organizar uma rotina de pesquisas e encontrar formatos a serem aplicados ou adaptados à sua área de ensino ou mesmo criar o formato mais adequado à abordagem ativa e significativa para seu conteúdo.

REFERÊNCIAS

BENDER, William N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

MAZUR, Eric. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.

MICHAELSEN, Larry K.; KNIGHT, Arletta Bauman; Fink, L. Dee. **Team-Based Learning: A Transformative Use of Small Groups in College Teaching**. Stylus, 2004.

NETO, W. A. P.; JUNIOR, E. F. N.; OLIVEIRA, F. H. L. **Plano de Ensino da Disciplina de Projeto e Construção da Infraestrutura Viária**. Disponível em: <https://www.det.ufc.br/graduacao>. Acesso em: 26 abril 2019.

NOVAK, Gregor *et al.* **Just-in-time teaching**, 1999.

PASQUALETTO, Terrimar Ignácio.; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.17, n.2, p. 551-577, 2017.

PIMENTA, Carlos R. T.; OLIVEIRA, Márcio P. O Traçado de uma Estrada. **Projeto Geométrico de Rodovias**. 2ª. ed. São Carlos: RiMa Editora, 2004. p. 2-6.

SILVA, C. A. U. **Plano de Ensino da Disciplina de Topografia.** Disponível em:
<https://www.det.ufc.br/carlos-uchoa>. Acesso em: 26 abril 2019.

SILVA, C. A. U. **Plano de Ensino da Disciplina de Geotecnologias Aplicadas à Engenharia.** Disponível em: <https://www.det.ufc.br/carlos-uchoa>. Acesso em: 26 abril 2019.

SILVA, C. A. U. **Projeto e Locação de Curva Circular Simples.** Disponível em:
<https://www.det.ufc.br/carlos-uchoa>. Acesso em: 26 abril 2019.

SILVA, Kariane do Nascimento Pavan da. **A interdisciplinaridade e a fala dos professores de arte.** 2016. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.

PROPOSAL FOR INTERDISCIPLINARITY BETWEEN DISCIPLINES OF THE DEPARTMENT OF TRANSPORT ENGINEERING BY PROJECT-BASED LEARNING

Abstract:

Interdisciplinarity occurs when there is coordinated cooperation and dialogue between disciplines (SILVA, 2016). Thus, in the Civil Engineering course of the Federal University of Ceará it is possible to perceive that there are these relations between the disciplines offered by the Department of Transport Engineering. In the basic cycle of the course there is taught Topography, which serves as the first setting of the postulant to engineer in the field of work. The topographic service can be aided by geotechnologies, which facilitates the capture and processing of data. These activities are preliminary to the Project and Construction of the Road Infrastructure, a discipline offered in the professional cycle, in this one there is the resumption of fundamental concepts previously taught for the sustainability of teaching. Currently, the software supports the projects developed in the disciplines, for example, DataGeosis, which manages to work on the steps of capturing, processing and applying the data collected. In these stages there is a direct relation with the three disciplines offered in sequence. In this way, the study seeks to understand and interlink the knowledge acquired progressively in the course, in order to make explicit an active teaching methodology, the learning based on projects.

Key-words: *Interdisciplinarity. Infrastructure. Transports.*