

A MATEMÁTICA APLICADA À MODELAGEM EM GEOPROCESSAMENTO: A RELEVÂNCIA DAS TIC'S NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Neiva Guimarães Miranda¹
Patricia Veríssimo de Menezes²
Valdiléa Fabricio Gomes³
Jeisy Keli Schirmann⁴

RESUMO

A sociedade em sua grande parte vive uma realidade onde as tecnologias superam barreiras em crescimento acelerado. Nesse contexto, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) representam grandes possibilidades para o desenvolvimento da sociedade. Dentro desse contexto revolucionário, o sistema educacional vem atentando de forma ainda discreta esses novos conhecimentos como forma de dinamizar a educação. Para tanto, pretende-se neste artigo abordar e compreender os elementos matemáticos que compreendem juntamente com a modelagem em geoprocessamento, bem como estimular a reflexão sobre o uso das TIC's no processo de ensino e aprendizagem. Trata-se de uma proposta de ensino que possibilita moldar a Matemática, o geoprocessamento em um viés tecnológico, que elaborado a partir de um trabalho de campo executado em uma universidade particular, possibilitou a argumentação para essa pesquisa. Como resultado da pesquisa, foi possível comprovar que a viabilidade da proposta de inserção das TIC's como aliadas no contexto curricular, certifica favoravelmente a construção de conhecimento. Conclui-se conforme estudo que, além de inserir novas práticas de ensino, deve-se a priori atentar sobre a preparação do professor e sua disposição para inovação, com isso envolvendo toda a classe educacional diante de uma nova postura que reflita a uma educação tecnológica e acima de tudo de qualidade.

Palavras-chave: Elementos matemáticos, Geoprocessamento, Tecnologia, Ensino.

INTRODUÇÃO

A interpretação por imagens possibilita identificar objetos nelas representados e atribuir significados a esses objetos. Quanto maior for à resolução espacial e a escala, mais direta e clara é a identificação dos objetos e imagens (CARDOSO, 2008).

¹ Bacharel em Engenharia Ambiental com Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Nilton Lins, graduanda em Licenciatura em Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM/CMC, neiva.gmiranda@gmail.com;

² Graduanda em Licenciatura em Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM/CMC, patriciaverissimo94@gmail.com;

³ Bacharel em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, graduanda em Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade do Estado da Bahia, bolsista no Programa Residência Pedagógica pela CAPES, val_fabricio_@hotmail.com;

⁴ Licenciada em Educação Física pela União de Ensino do Sudoeste do Paraná com Especialização em Direitos Humanos pela Universidade Federal da Fronteira do Sul, jeisykelischirmann@hotmail.com;

Para isso, o termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia, Planejamento Urbano e Regional.

No âmbito educacional, Brito (2015) afirmou que a liberdade e a facilidade de acesso a diversos recursos midiáticos tem tornado os alunos cada vez mais atuantes nos processos educativos, visto que antenados com a realidade os alunos estão cada vez mais tecnológicos, tal postura acaba exigindo do professor a atualização de suas metodologias, este, no entanto, precisa lidar com os avanços tecnológicos, assim como, uma nova postura para interagir com essa geração através de linguagens inovadoras.

Ainda conforme Brito (2015), deve-se pensar em ferramentas metodológicas mediadas por recursos digitais, que possam fomentar e otimizar o processo de ensino e aprendizagem da Linguagem Matemática, uma vez que, a Matemática, a tecnologia educacional e as novas metodologias regem inovação e originalidade ao atual modo de construir conhecimento.

Para isto, este trabalho tem como principal objetivo abordar e compreender matematicamente o funcionamento da modelagem em geoprocessamento em um estudo sobre análise ambiental da área de uma universidade privada da cidade de Manaus, interagindo com temas transversais conforme estabelece os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) aliados à tecnologia, dessa forma, promovendo a reflexão sobre a relevância das TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) no processo educacional.

A metodologia utilizada neste trabalho envolve a área de uma universidade privada, que englobam as principais características que consistem em uma análise ambiental referente à localização, arruamento, área total do campus, fragmentos florestais remanescentes, hidrografia e área de solo exposto.

Para tanto, faz-se necessário o conhecer os conceitos matemáticos combinados com o uso da tecnologia, as quais estabelecem a conexão não somente com a Matemática, mas também com outras áreas do conhecimento, estimulando os estudantes a compreensão do mundo a sua volta.

REVISÃO DE LITERATURA

As tic's e a conexão com a Matemática

As TIC's criam conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento, tornando-se instrumentos integradores cuja utilização adequada incrementa o processo de

ensino e aprendizagem de Matemática e potencializa o trabalho do professor, contribuindo para o desenvolvimento crítico e intelectual do estudante (BRITO, 2015).

No que tange a tecnologia como ferramenta para se entender a Matemática, deve-se considerar o uso apropriado dos recursos computacionais na construção do conhecimento, essencialmente quando se pensa em ensino com qualidade e eficiência.


No entanto, segundo Bittar (2011), mais do que inserir um *software* em uma aula, é preciso integrar as tecnologias com os conteúdos abordados. Pois, há uma diversidade enorme de recursos digitais que podem ser explorados por professores e alunos para a construção de diferentes conceitos e ideias matemáticas.

Compreendendo a Matemática envolvida no geoprocessamento

A dinâmica dos modelos espaciais descreve a evolução dos padrões de um sistema ao longo do tempo. Nesse sentido, segundo Lambin (1994), um modelo que responde às questões clássicas como “Por que”, “Quando” e “Onde”, é capaz de descrever quantitativamente um fenômeno e prever sua evolução, integrando suas escalas temporal e espacial.

Ainda conforme Lambin (1994), Modelos de Sistemas são descrições matemáticas de processos complexos que interagem entre si, enfatizando as interações entre todos os componentes de um sistema.


Para os dados históricos do fenômeno, temos os chamados de *Séries Temporais*, que envolve tempo como linha de análise. Por exemplo: uma análise sobre desmatamento ou fragmentos florestais em uma determinada área “x” de um período de 10 (dez) anos. Para a aplicação da Matemática nessa conjuntura, as equações diferenciais (totais ou parciais) podem ser utilizadas para representar o modelo.

Equação: $\frac{dy}{dx} = 3x^2 - 4x + 1$ 

Equação diferencial é uma equação que apresentam derivadas ou diferenciais de uma função desconhecida (a incógnita da equação).

Outro atributo matemático inserido na modelagem em geoprocessamento é o *Modelo Empírico* que se caracteriza por ter um número reduzido de variáveis envolvidas. Apesar de apresentar limitações em evoluções espaciais, esse modelo é eficiente em fazer previsões, ou seja, previsões futuras em se tratando de análise espacial. Por exemplo: A probabilidade de desmatamento ou mesmo a degradação de uma determinada área “x” numa perspectiva de

projeção em relação à ocupação de solo (invasões ou outros fatores externos) em áreas vegetais. Para isso temos o modelo Cadeia de Markov.

Equação: $\Pi_{(t+1)} = P^n \cdot \Pi(t)$ 

Cadeias de Markov são modelos matemáticos usados para descrever processos estocásticos, ou seja, para o emprego estatístico do cálculo de probabilidade.

Modelos Logísticos de Difusão são utilizados para descrever matematicamente fenômenos em que as variáveis inicialmente apresentam variações em um ritmo lento, depois o ritmo de variações se intensifica.

Equação: $dP/dt = r P [(U - P) / U]$

Onde P é a variável de um fenômeno de crescimento ao longo do tempo t, como aumento da população, por exemplo; r é a taxa de crescimento e U uma função de crescimento (LAMBIN, 1994).

Esse modelo enfatiza a velocidade do processo e permitem a inclusão de variáveis relacionadas às causas do fenômeno. Ou seja, por exemplo: Uma determinada área “x” está sofrendo com o uso e/ou ocupação irregular do solo, sejam por desmatamento para agricultura, edificações, invasões de terras para moradia ou demais situações e necessita de uma análise sobre essas influências no meio ambiente, com isso o modelo diante de sua fórmula dimensiona tal comportamento, explicando as causas de um fenômeno, embora possam integrar variáveis ecológicas e socioeconômicas. Sua maior contribuição está na predição do comportamento futuro do fenômeno (LAMBIN, 1994).

O *Modelo de Regressão* identifica através o crescimento populacional e sua relação com o crescimento do desmatamento de uma determinada região, entretanto, o modelo não explica os mecanismos que ligam estas variáveis (LAMBIN, 1994).

Matematicamente, o modelo estabelece um relacionamento linear entre as variáveis dependentes e independentes através da expressão: $y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_i x_i + E$

Onde:

y = mudança ocorrida em um determinado tempo

x_i = variáveis independentes (forças dirigidas)

a_i = Coeficientes de regressão dos relacionamentos

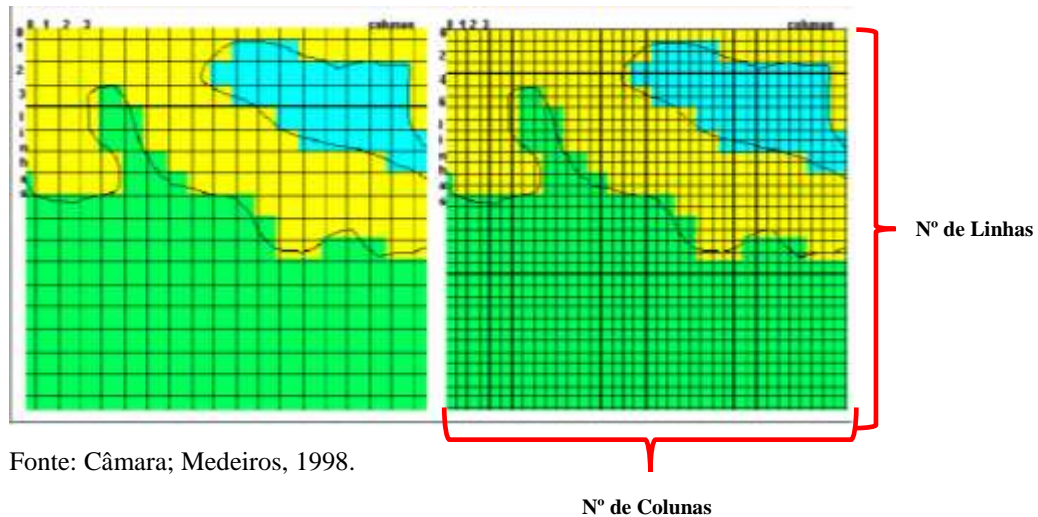
E = Componente de erro

Na *Representação Matricial* o espaço é representado como uma matriz $P(m,n)$ composto de m colunas e n linhas, onde cada célula possui um número de linha, um número de coluna e um valor correspondente ao atributo estudado e cada célula é individualmente acessada pelas suas coordenadas (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

A representação matricial supõe que o espaço pode ser tratado como uma superfície plana, onde cada célula está associada a uma porção do terreno. A porção plana em análise pode ser de áreas construídas, agriculturas, lotes de terras, vegetação remanescente (vegetação em estágio de recuperação) ou outras formas de áreas planas.

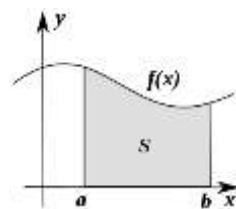
A seguir uma *Representação Matricial* ilustrada.

Figura 1: Representação Matricial



Fonte: Câmara; Medeiros, 1998.

De acordo com a Linguagem Matemática, no que concerne o cálculo de área de cada área geométrica das linhas e colunas temos o cálculo de área por Integrais Definidas. Para esta mensuração o cálculo consiste de significativa compreensão.



O símbolo da integração é \int , um S alongado (que significa "soma"). A integral definida é escrita da forma:

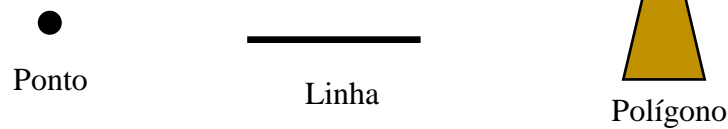
$$\int_a^b f(x) dx$$

e lida como "a integral de a até b de f-de-x em relação a x."

Vale ressaltar que, para um cálculo referente à modelagem em geoprocessamento, com áreas grandiosas, o cálculo por meio de integrais definidas é inconcebível, porém, conforme estudo desse trabalho faz-se valer o procedimento matemático que antecipa as formulações dos algoritmos.

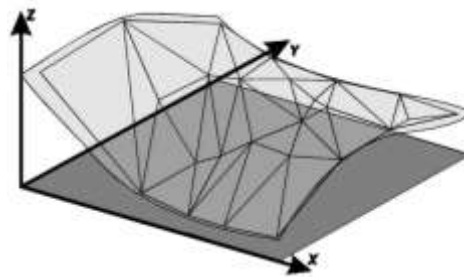
No caso de *Representação Vetorial*, consideram-se três elementos gráficos: ponto, linha e área (polígono). Os pontos, ou elementos pontuais, abrangem todas as entidades geográficas que podem ser perfeitamente posicionadas por um único par de coordenadas x e

y. As linhas, arcos, ou elementos lineares são um conjunto de pontos conectados. As áreas ou polígonos são representados pela lista de linhas que a compõem (CÂMARA e MEDEIROS, 1998). A seguir, elementos básicos que compõem a representação vetorial.



A *Grade Regular* é uma representação matricial onde cada elemento da matriz está associado a um valor numérico. Para a geração da grade torna-se necessário estimar, através de interpoladores matemáticos.

Figura 2: superfície e grade curricular

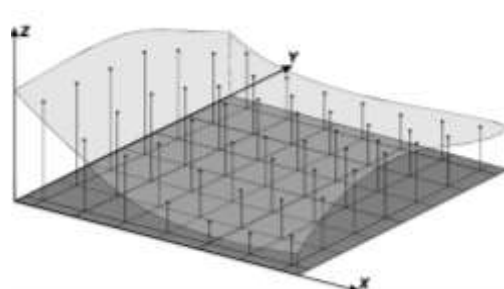


Fonte: Namikawa, 1995.

As vantagens sobre essa análise é que facilita o manuseio e conversão adequada para geofísica e visualização 3D, pois temos o R^3 com x no eixo das abscissas, o y no eixo das ordenadas e o z que corresponde à cota. No que se referem os desafios, prima-se por cálculo mais preciso de representação de relevo em complexo e cálculo de declividade (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

A *Grade Triangular* representa uma superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Quanto mais equiláteras forem as faces triangulares, maior a exatidão com que se descreve a superfície (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

Figura 3: superfície da malha triangular



Fonte: Namikawa, 1995.

Nesse sentido, quando se refere a faces triangulares equiláteras, quer dizer que são iguais entre si, onde o diâmetro da base é igual sua altura, diante disso, na modelagem em geoprocessamento temos superior avaliação de área quanto a relevo e/ou deformações geofísicas.

METODOLOGIA

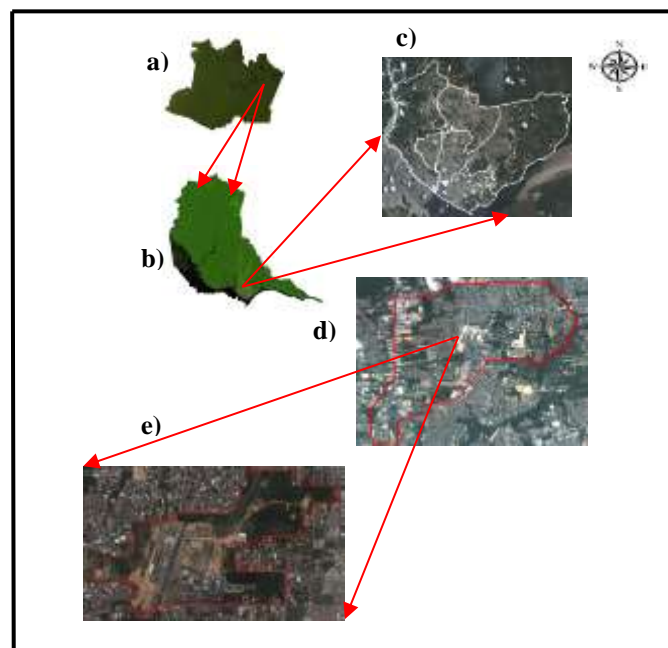
Área de estudo

A área de estudo em questão foi o campus de uma universidade particular da cidade de Manaus no Estado do Amazonas, a Universidade Nilton Lins, que dispõe sua área total de 121,233 hectares, mensuração obtida por meio de cálculo feito pelo *software* ArcGis.

Para este trabalho, foi utilizado o *software* ArcGis, onde a Esri (plataforma do *software*) possui uma versão educacional com licença gratuita de 60 (sessenta) dias, na versão em idioma português-Brasil, acessível para quaisquer computadores e notebooks, o que para esse tipo de análise, não impede a utilização de outros *softwares*.

Para fazer o *download* do instalador do ArcGIS é necessário ter uma conta global da Esri (site: <https://www.esri.com/pt-br/arcgis/trial>), que é obtida através de um cadastro gratuito.

Figura 4: Localização da área de estudo – Campus Universitário Nilton Lins



Fonte: INPE, 2019.

Como plano de análise ambiental e as estruturas das informações da área de estudo, foi utilizada a estrutura de imagem *raster* (são compostos por linhas horizontais e colunas verticais de pixels, também conhecidas como células). Cada pixel representa uma região para a construção de shapefiles e conseqüentemente a confecção dos mapas. Para as informações contidas conforme mostra figura 4, explorando cada imagem, temos a seguinte estruturação:

- a) Mapa do Estado do Amazonas;
- b) Localização do Município de Manaus;
- c) Mapa da subdivisão do município e bairros;
- d) Bairro que corresponde à área de estudo;
- e) Área de estudo delimitada.

As bases de dados consultadas para este estudo fora, disponibilizadas gratuitamente no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), a confecção do mapa foi por meio do *software* ArcGis.

As imagens obtidas por satélites, fotografias aéreas ou "scanners" aerotransportados, representam formas de captura indireta de informação espacial. Armazenadas como matrizes, cada elemento de imagem (denominado "pixel") tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre correspondente. (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

Conforme estudo, foram analisados localização e arruamento, fragmentos florestais, hidrografia e área de solo exposto.

A seguir, ilustram-se as análises ambientais realizadas, identificadas e ilustradas por meio de mapas.

Figura 5: Localização e arruamento



Fonte: Miranda, 2019.

Figura 6: Fragmentos florestais remanescentes



Fonte: Miranda, 2019.

Figura 7: Hidrografia



Fonte: Miranda, 2019.

Figura 8: Área de solo exposto



Fonte: Miranda, 2019.

No que tange essa análise, é primordial o conhecimento da área *in loco*, com isso a sugestão à participação dos estudantes em atividades extraclasse é essencial. O que se transfere nesse sentido é a preocupação com o ambiente além dos muros das salas de aula, reverberando a necessidade de vários fatores que contribuem para o conhecimento, como por exemplo: conhecimento geográfico da área, das comunidades e populações do entorno, ecossistema da região, dentre outros aspectos locais, isso tudo trabalhando temas transversais associadas à Matemática, conforme compreende os PCN's.

Diante da análise ambiental realizada, o campus da universidade agrega 40,753 ha de fragmentos florestais (conforme região achurada em verde da figura 6), duas nascentes (em forma de pontos azuis, como mostra a figura 7) e curso d'água (representada por linha azul de acordo com figura 7), que deságua em um igarapé chamado Bindá onde foi visualizada uma parte o processo de assoreamento e 33,050 ha de área de solo exposto (com área contornada em vermelho conforme figura 8) com visível empobrecimento do solo em decorrência de desmatamento e degradação ambiental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo teve como base, apresentar a inserção de tecnologias como ferramenta alternativa para motivar os estudantes em aulas mais dinâmicas e completas, assim como, possibilitar a minimização das dificuldades concernentes aos conteúdos curriculares.

Diante disso, atuar no campo das análises ambientais, propicia maior amplitude de informação para a vida acadêmica em formação do estudante. Sendo que, a incorporação da

análise ambiental como Educação Ambiental transforma e sensibiliza o meio ambiente escolar com a visão de orientação do desenvolvimento de uma consciência ambiental sustentável.

Observou-se mediante as análises ambientais realizadas da referida área de estudo, características distintas e peculiares que denotam diferencial características do meio ambiente, com isso para que viabilize a mais adequada forma de recuperação, mitigação ou reutilização do local.

Porém, alguns trechos não suportariam quaisquer espécies vegetais para o plantio (em se tratando de recuperação de área degradada), pois o estado de infertilidade e empobrecimento do solo é substancial, sendo, portanto, a melhor forma de mitigá-las com a construção de viveiros verdes, composto pela diversidade de espécies (flora) da própria região, assim como, realização de oficinas de coleta seletiva e reciclagem com os estudantes da instituição de escolas da comunidade ou mesmo a estruturação de um laboratório vivo para estudos.

O campus da Universidade Nilton Lins consiste de área de relevante ecossistema, havendo fragmentos florestais, hidrografia e nascentes, áreas consolidadas e solo exposto (antropizadas), com todos os atributos de fundamental importância para estudos e atividades de campo.

Sabendo disso, a interdisciplinaridade nas escolas faz-se necessária, pois explorar essa diversidade de informações com propostas de projetos que direcionem a essa vivência, estabelece a conexão com a educação motivadora e inovadora.

No que tange os resultados encontrados nesse estudo, a viabilidade da proposta de inserção das TICs como aliada no contexto escolar no processo de desenvolvimento do ensino e da aprendizagem, corrobora na ótica positivista da educação, tão certo como na amplitude de trabalhos com temas transversais e na abordagem em conjunto com a compreensão da Linguagem Matemática envolvida na modelagem em geoprocessamento.

A matemática a que se incorpora à modelagem em geoprocessamento, propicia maior amplitude nos conhecimentos dos estudantes em relação aos fundamentos dos conteúdos curriculares, isso ocorre em virtude do estudo da composição geral da linguagem matemática, assim como seus conceitos e aplicações, uma vez que a matemática como linguagem universal está inserida na formalização e concepção das tecnologias.

Com isso, tal consequência é capaz de fomentar nos estudantes a perspectiva de uma visão ampliada sobre os conteúdos curriculares, em uma margem construtiva de conhecimento, visto que o trabalho e o envolvimento com a pesquisa serão as bases norteadoras para a criação do estudante-cientista.

Como discussão concernente a este estudo, vislumbra-se a necessidade de formação e preparação por parte dos professores para essa atual modalidade de ensino, uma vez que, trabalhar com estudantes a abrangência dos conteúdos, assim como a interdisciplinaridade e a transversalidade com a tecnologia exige a disponibilidade de um professor preparado.

Além disso, esse trabalho referenda o que é constatado em outros estudos, que a utilização das TIC's constitui de abrangência de conhecimento e motivação para as tecnologias de ensino, essencialmente no que tange a grandeza do que se tratam as difusões do cotidiano dos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As prerrogativas do trabalho de pesquisa estabelecem não somente fundamentos básicos e/ou norteadores para a ciência, mas determinam também mudanças significativas no ser humano como um ser social, preparado criticamente, ético e acima de tudo, conhecedor de suas atribuições quanto cidadão.

Diante disso, esse estudo procurou abordar e compreender de modo elementar o que se esconde detrás de uma modelagem baseada em geoprocessamento, tendo em vista que, tal modelagem ainda é exclusividade de análises voltadas para representações principalmente na área da Geografia, Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional.

Porém, é certo afirmar que, a modelagem em geoprocessamento conforme esse estudo pode ser explorado em eixos ainda maiores em conteúdos curriculares, podendo atuar na interligação da diversidade do conhecimento e sua construção, mediante a interdisciplinaridade e a transversalidade na educação, dinamizando o processo de ensino e aprendizagem.

Os subsídios para a formação e prática dos professores, assim como da estrutura do nosso corpo educacional (considerando laboratórios de informática, instrumentação, formação continuada) nos remete a essa reflexão. Nesse ínterim, visualizamos os consideráveis desafios que temos que enfrentar e sobrepujar conforme a realidade da educação, pois a trajetória histórica nos afirma grandes saltos, porém precisamos avançar.

Portanto, a efetividade da condição tecnológica como precursora no desempenho do processo de desenvolvimento e inovação, deve ser uma realidade fundamental na promoção de uma educação dita de qualidade e substancial, faculdade essa que se pretende obter quanto a atuais e futuros professores de espíritos inovadores do que se refere à educação.

REFERÊNCIAS

- BITTAR, M. **A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática.** Educar em revista, Curitiba, PR, n. Especial 1/2011, p. 157-171.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática.** Volume 3. Brasília: MEC, SEF, 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/parametros-curriculares-nacionais>> Acesso em: 17 de julho de 2019.
- BRITO, F. V. F. Matemática com *Google Earth*. **Blog do professor Fernando Brito**, 2015. Disponível em: < <http://matematicacomge.blogspot.com.br/>> Acesso em: 15 de julho de 2019.
- CÂMARA, G; MEDEIROS, S. **Modelagem de Dados em Geoprocessamento.** 1998. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/tutoriais/gis-ambiente/2modelo.pdf> Acesso em: 12 de julho de 2019.
- CARDOSO, M. J. S. **Cartografia das Atividades de Extração de Minerais Utilizados na Construção Civil e Qualificação do Grau de Degradação Ambiental na Região de Manaus-AM**, 110 p., 297 mm, (UnB-IH-GEA, Mestrado, Geografia, 2008).
- ESRI, Official. Distributor. **ArcGis for Desktop**, 2019. Disponível em: <<https://www.esri.com/pt-br/arcgis/trial>> Acesso em: 28 de julho de 2019.
- LAMBIN, E. F. **Modeling Deforestation Processes.** A Review, Trees series B:Research Report. European, Luxembourg.1994. Acesso em:<www.dpi.inpe.br/livro/cap6-dinamica.pdf> Acesso em: 12 de julho de 2019.