

EXPANSÃO URBANA E SUSTENTABILIDADE: uma análise a partir das geotecnologias no município de São Lourenço – MG

Clécio Moura de Oliveira¹
Felipe Pereira Melo²

RESUMO

No Brasil, historicamente, o processo de expansão urbana é caracterizado na maioria dos casos pela desorganização e intensidade. O planejamento e a gestão de cidades de acordo com critérios de sustentabilidade é um desafio enorme, uma vez que se faz necessário uma visão clara do sistema urbano e das múltiplas interações que ocorrem dentro dele. Neste cenário, as geotecnologias podem ser um importante instrumento para obter e analisar parâmetros de interesse na gestão municipal quanto ao planejamento da infraestrutura urbana e preservação do meio ambiente. O presente trabalho tem como objetivo principal analisar o uso e ocupação do solo da área urbana do município de São Lourenço – MG, com o auxílio de ferramentas SIG e do Google Earth PRO para cruzar indicadores de sustentabilidade e avaliar o processo de expansão urbana. Através do software AutoCAD foram produzidos mapas temáticos que compilaram dados georreferenciados, imagens de satélite do software Google Earth PRO e dados qualitativos de estudos de campo. Os mapas estabelecidos sintetizaram especificamente os atributos de compactação, conectividade e relação com a natureza. A investigação dos indicadores de sustentabilidade urbana dos bairros Solar dos Lagos e Jardim das Estâncias mostrou a importância de se estabelecer mecanismos de estudos de uso e ocupação do solo para o correto planejamento urbano. O estudo demonstrou, ainda, que é necessário integrar e monitorar diferentes conceitos de sustentabilidade urbana, havendo necessidade de se expandir este estudo as demais áreas da cidade.

Palavras-chave: Expansão Urbana. Sustentabilidade. Geotecnologias.

¹ Bacharel em Administração pela Faculdade de São Lourenço. Acadêmico do curso de Engenharia Civil – Unis/MG. E-mail: clecio.oliveira@alunos.unis.edu.br

² Prof. Esp. Felipe Pereira Melo. Engenheiro Civil, Especialista em Gestão de Projetos, Docente no Centro Universitário do Sul de Minas. E-mail: felipe.melo@professor.unis.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A sociedade atual possui uma grande dependência da infraestrutura disponível nos centros urbanos, seja no acesso aos serviços de educação e saúde, dos meios de transporte ou na presença de áreas de lazer e contato com a natureza.

A urbanização é um movimento de escala mundial, com efeito e intensidade ligados às especificidades do espaço geográfico. O processo de expansão urbana promove modificações consideráveis no ambiente, provocando impactos que podem colocar em risco tanto os ecossistemas naturais quanto as suas populações (PAVANIN et al, 2016).

Em países subdesenvolvidos como o Brasil a dissonância entre o crescimento urbano e preservação ambiental é muito grande. Segundo Carrijo e Baccaro (2000 apud PAVANIN et al, 2016, p. 25), a urbanização brasileira ocorreu de maneira rápida e desorganizada, iniciando no final do século XIX e intensificando-se a partir de 1920, o que resultou em uma grande concentração de pessoas vivendo em espaços limitados nas grandes cidades, gerando portanto, sérios problemas ao ambiente urbano.

Assim, é necessário realizar estudos capazes de auxiliar na gestão do uso e ocupação do solo de uma determinada localidade. O planejamento sistêmico das áreas urbanas é uma necessidade no contexto da crescente urbanização, das imposições da escassez de recursos, da inclusão social, das exigências dos padrões de vida atuais e aos paradigmas do desenvolvimento sustentável (MARINS, 2016).

Neste cenário, as geotecnologias podem ser um importante instrumento para obter e analisar parâmetros de interesse na gestão municipal quanto ao planejamento da infraestrutura urbana e preservação do meio ambiente. Por meio das geotecnologias é possível avaliar as transformações decorrentes no espaço, bem como identificar os possíveis impactos consequentes do uso e ocupação do solo.

Inserido nesta problemática o município de São Lourenço – MG apresenta um plano diretor municipal elaborado na década de 1990 e que ao longo do tempo sofreu algumas alterações de caráter específico. Fica evidente, então, a necessidade de uma revisão das leis que compõem o plano diretor bem como das políticas de gestão territorial.

A cidade de São Lourenço é reconhecida por seus atributos ambientais e por ser uma das principais estâncias hidrominerais do país, seu desenvolvimento está historicamente ligado ao turismo e a fama de suas águas minerais com propriedades medicinais. Diante destas características, nos últimos anos a cidade vem apresentando um elevado processo de expansão

urbana, contudo carece de estudos completos de como esse crescimento tem afetado sua população e seus recursos naturais.

Esses fatores são determinantes para a urgente necessidade de medidas de análise dos riscos sociais e ambientais decorrentes da concentração populacional no processo de ocupação do solo urbano e na demanda habitacional daquele município.

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo principal analisar o uso e ocupação do solo da área urbana do município de São Lourenço – MG, com o auxílio de ferramentas SIG e do Google Earth PRO para cruzar indicadores de sustentabilidade e avaliar o processo de expansão urbana.

Para tanto, se faz necessário atender aos seguintes objetivos específicos: investigar a política e os instrumentos municipais de controle e normatização do uso e ocupação do solo, caracterizar o uso e ocupação do solo no município, elaborar mapas e realizar diagnósticos e aplicar índices de sustentabilidade urbana de interesse da Engenharia Civil.

Neste contexto, é possível realizar uma análise do uso e ocupação do solo em São Lourenço – MG concomitante com a verificação de indicadores de sustentabilidade urbana, a fim de verificar se o processo de expansão urbana vem sendo realizado de maneira sustentável ou se existem problemas decorrentes da falta de planejamento. Isso permite que a administração pública do município possa obter informações necessárias para melhorar a gestão do solo e promover o desenvolvimento urbano sustentável.

2 EXPANSÃO URBANA E SUSTENTABILIDADE

2.1 O paradoxo da expansão urbana e a sustentabilidade

Desde o estabelecimento das primeiras civilizações, o ser humano apresentou como atributo a característica de modificar o meio ambiente para satisfazer suas necessidades físicas e naturais. Segundo Pavanin et al (2016, p. 25), “Ao longo do tempo, o homem passou a buscar também condições de conforto e comodidade, intencionando sempre promover a sua evolução como espécie e o desenvolvimento de seu ambiente de convívio e vivência.”.

Neste âmbito, surge o processo de urbanização e o desenvolvimento de cidades. Pavanin et al (2016) consideram a urbanização como um fenômeno global capaz de promover modificações significativas nos ecossistemas naturais, ocasionando impactos que podem colocar em risco a integridade desses ambientes e suas populações. Sobre essa questão, Santiago et al (2008) afirmam que:

A interação do homem e do ambiente natural resulta na criação da paisagem, um conjunto de características relacionadas entre si que conferem o diferencial de cada localidade. O processo de criação da paisagem não é de forma alguma estático, mas acompanha a evolução da sociedade. (2008 apud GONÇALVES e MOURA, 2015, p. 1113).

As cidades são um complexo demográfico constituído por uma concentração populacional, desenvolvendo atividades comerciais, industriais e culturais (FERREIRA, 1995 apud NUNES et al, 2016, p.88). Nos centros urbanos são identificadas todas as relações sociais bem como a infraestrutura e os serviços públicos disponíveis a população como ruas pavimentadas, transporte público, coleta de lixo, rede de esgoto, iluminação, saúde, educação, dentre outros.

Cada localidade se desenvolve a partir da interação de um conjunto de fatores como gênese de povoamento, disponibilidade de recursos naturais, economia, política pública, clima, relevo, dentre outros. No Brasil, historicamente, o processo de expansão urbana é caracterizado na maioria dos casos pela desorganização e intensidade.

Para Pavanin et al (2016) o processo de expansão urbana e as transformações decorrentes podem ocasionar baixa qualidade de vida, gerando impactos negativos para o ambiente e para sua população. Cassilha, G. e Cassilha, S. (2009, p. 9) sustentam que “a medida que a malha urbana cresce desordenada e demasiadamente, a demanda por infraestrutura aumenta. E quanto mais rápido for o crescimento, maior torna-se o desafio.”.

Os centros urbanos possuem inúmeros problemas, dentre os quais, tem-se os serviços público ineficientes, a distribuição desigual de equipamentos urbanos e comunitários, ausência de áreas verdes, padrões inadequados de uso do solo e baixa qualidade técnica das construções (GONÇALVES e MOURA, 2015).

De um modo geral, a população de baixa renda é a mais impactada pelo crescimento desordenado. As pessoas que vivem em áreas mais degradadas e periféricas estão potencialmente mais sujeitas a enchentes, deslizamento de terras, poluição das águas, acúmulo de lixo e falta de saneamento básico.

A desigualdade social reflete na paisagem urbana. Nas áreas ocupadas por moradores de maior renda, a expansão urbana ocorre de forma mais organizada e com maior zelo estético, enquanto que as áreas ocupadas pela população de menor rendimento são marcadas pela ausência de arborização, aspecto inacabado das construções e improvisação dos equipamentos públicos (MARQUES NETO e ANDRADE, 2010).

Nesse sentido, a sustentabilidade urbana tem sido muito discutida no meio acadêmico e profissional nos últimos anos. A mitigação dos impactos sobre as cidades se revela um

problema complexo, mas que pode ser pensado em conjunto com as variáveis que determinam a degradação ambiental e comprometem o desenvolvimento sustentável do ambiente urbano (NUNES et al, 2016).

Ainda não existe um consenso para definir o conceito de sustentabilidade urbana, no entanto, já é muito claro que a sustentabilidade não está associada apenas a preservação do meio ambiente, mas a um conjunto de variáveis que visa melhorar as condições de vida da população.

Conforme Edwards (2008 apud NUNES et al, 2016, p. 88), “o conceito de sustentabilidade envolve a noção do meio ambiente como um sistema holístico e interdisciplinar.” Já para Acsehrad (2001 apud NUNES et al, 2016, p. 88), não se pode referir a sustentabilidade ao meio ambiente, mas também deve se levar em conta questões econômicas, sociais e políticas, e estas devem estar entrelaçadas em todas suas esferas para embasar uma discussão.

A questão da sustentabilidade urbana apresenta o mesmo paradoxo que permeia as discussões sobre o clima e o meio ambiente: quanto mais as cidades crescem e se “desenvolvem”, maiores são os impactos ambientais daí decorrentes (BRASIL, 2015). Esta análise configura, portanto, o problema dos países que vivem intenso ciclo de crescimento econômico e urbano.

Ao mesmo tempo que é preciso continuar com o desenvolvimento econômico e social é fundamental respeitar o meio ambiente. Nessa relação de causa e efeito fica evidente a inserção e o incentivo a busca de ações sustentáveis no meio urbano para proporcionar a população uma qualidade de vida melhor.

O planejamento e a gestão de cidades de acordo com critérios de sustentabilidade é um desafio enorme, uma vez que, se faz necessário uma visão clara do sistema urbano e das múltiplas interações que ocorrem dentro dele.

2.2 Indicadores de sustentabilidade urbana

Ao se tentar conceituar a sustentabilidade urbana, inúmeras questões devem ser levadas em consideração. Sampaio (2009 apud NUNES et al, 2016, p. 89) considera que, a sustentabilidade urbana é um conceito interdisciplinar, de difícil caracterização. Sua aplicabilidade no meio urbano depende de ações políticas, sociais e ambientais.

Uma das maneiras de se tentar caracterizar a sustentabilidade no meio urbano é através de indicadores de sustentabilidade urbana. Para Nunes et al (2016, p. 89), “indicadores são compostos pela identificação e análise de atributos de algum determinado tema”. Ainda

segundo os autores, os indicadores funcionam como estatística e fornecem dados para uma visão ampliada das condições de algum local, tendo como objetivo agrupar e mensurar as informações de maneira a evidenciar determinadas características.

Nunes et al (2018) verificaram que os indicadores de atributos mais recorrentes entre os autores são a compactação, a conectividade e a relação com a natureza. Estes atributos podem ser analisados através da densidade de domicílio, densidade demográfica, transporte público e localização de parques e praças.

No entanto, existe um universo extenso de indicadores de sustentabilidade urbana. Para Douglas Farr (2008 apud NUNES et al, 2016, p. 89), existem cinco atributos essenciais de sustentabilidade urbana que devem ser analisados:

- a) vizinhança: delimitação de uma rede social para incentivar a sociabilidade, comprometimento, responsabilidade e vínculo com o ambiente.
- b) compactação: densidades e concentrações de usos para racionalizar e integrar as redes de infraestrutura.
- c) diversidade: ofertas de serviços e usos que atendam as necessidades locais, variedade tipológica de moradias.
- d) conectividade: possibilidade de caminhar, correr, andar de bicicleta e acessibilidade da vizinhança.
- e) relação com a natureza: áreas com natureza intocada próximas aos assentamentos humanos.

O modelo de cidade compacta e diversificada deve ser incentivado, pois traz benefícios ambientais maiores, através de um planejamento adequado tem-se um aumento da eficiência energética, diminuição do consumo de recursos e a expansão urbana para as áreas rurais é reduzida.

Conforme Edwards (2008 apud NUNES et al, 2016, p. 89), os indicadores de sustentabilidade urbana são a compactação, ruas livres de tráfego intenso, maior densidade das áreas suburbanas, uso misto do solo, edificações residenciais de quatro pavimentos e legibilidade.

Já para o Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Comerciais e Residenciais de São Paulo (SECOVI – SP), os indicadores de sustentabilidade urbana podem ser agrupados em nove temas: construção e infraestrutura sustentáveis; governança; mobilidade; moradia; oportunidades; planejamento e ordenamento territorial; questões ambientais; segurança; serviços e equipamentos.

A caracterização do desenvolvimento sustentável no meio urbano ainda está em processo de construção, isto justifica o fato de os autores apresentarem indicadores de sustentabilidade diferenciados entre si. No entanto, é evidente que os conceitos não estão apenas relacionados ao meio ambiente, mas incorporam dimensões econômicas, sociais e políticas.

2.3 O geoprocessamento como ferramenta de gestão

A inexistência de políticas públicas efetivas acarreta no uso e ocupação do solo de forma desordenada. Sendo assim, o planejamento adequado das cidades constitui um ponto fundamental para que os complexos ciclos de ocupação urbana sejam acompanhados e qualificados. (NUNES et al, 2016). Cassilha, G. e Cassilha, S. (2009) definem que:

A análise de uso e ocupação do solo é um importante mecanismo para demonstrar e caracterizar traços específicos de uma determinada área como vegetação, aglomerados urbanos, áreas comerciais, sistema viário, dentre outros elementos julgados importantes conforme a pesquisa. (CASSILHA, G. e CASSILHA, S., 2009, p. 11).

O estudo detalhado do meio físico é uma ferramenta eficaz na gestão territorial, visto que, com base nas informações obtidas podem ser definidas áreas que permitiriam um adequado uso do solo. (GONÇALVES e MOURA, 2015).

Neste contexto, é necessário que a administração pública busque ferramentas de análise que proporcionem um aporte técnico para a implantação de políticas públicas eficazes em relação ao planejamento urbano. A evolução tecnológica ocorrida nas últimas décadas nos proporciona esta facilidade através das geotecnologias ou técnicas de geoprocessamento, ferramentas utilizadas para compreensão do espaço geográfico e em especial do espaço urbano.

As geotecnologias ou geoprocessamento são o conjunto de tecnologias para coletar, processar, analisar e ofertar informações com referência geográfica (CHUERUBIM e PAVANIN, 2013). Ainda segundo Chuerubim e Pavanin (2013, p. 230), “as geotecnologias são compostas por soluções em hardware, software e peopleware que juntos constituem poderosas ferramentas para tomada de decisões.”.

A geotecnologia pode ser definida como a aplicação de métodos científicos e de técnicas para representação do espaço geográfico (PRESTES, LOPES e SACRAMENTO, 2015). Segundo os autores, são exemplos de geotecnologias a cartografia digital, o sistema de posicionamento global (GPS), a fotogrametria, geoprocessamento, sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica (SIG).

Ao menos quatro categorias de técnicas com relação ao tratamento da informação espacial envolvem as geotecnologias (ROSA e BRITO, 1996 apud CHUERUBIM e PAVANIN, 2013, p. 230):

- a)técnicas de coleta de informação espacial: cartografia, sensoriamento remoto, GPS, topografia, levantamento de dados alfanuméricos;
- b)técnicas de armazenamento de informação espacial: banco de dados orientados a objetos, relacional, hierárquico, etc.;
- c)técnicas para tratamento e análise de informação espacial: modelagem de dados, aritmética lógica, funções topológicas, redes, etc.
- d)técnicas para uso integrado de informação espacial: Geographic Information Systems (GIS), Land Information Systems (LIS), Computer Aided Drafting and Design (CADD), Automated Mapping/Facilities (AM/FM).

De maneira simplificada, o geoprocessamento é um termo que engloba todas as técnicas de correlação entre informações espaciais e a cartografia digital. Diante deste olhar, o geoprocessamento desponta como instrumento capaz de promover informações para políticas de gestão territorial, engenharia urbana e desenvolvimento sustentável.

Chuerubim e Pavanin (2013) afirmam que o geoprocessamento fornece o suporte necessário para estudos ambientais, planejamento urbano e atividades que requeiram tomadas de decisões, para que desta forma possam ser articuladas ações preventivas e corretivas de manejo dos recursos naturais.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um ramo do geoprocessamento bastante utilizado atualmente. É uma técnica que aborda o processo de aquisição, armazenamento, análise e apresentação de dados georreferenciados. O SIG é a única técnica do geoprocessamento capaz de realizar correlação e espacialização de dados transformando-os em informação (LEITE e ROSA, 2006).

Leite e Rosa (2006), também, afirmam que o SIG é uma ferramenta essencial para análises complexas e com grande quantidade de informação, depois de combinadas e processadas o usuário tem novos dados obtidos através de gráficos, tabelas e principalmente mapas.

Um SIG, como definido por Worboys (1997 apud Santos, 2007, p. 26), é um sistema computacional que permite adquirir, armazenar, manipular, recuperar, analisar e exibir dados geograficamente referenciados.

O SIG permite compatibilizar as informações provenientes de várias fontes, como informação de sensores espaciais (sensoriamento remoto), adquiridas de GPS ou obtidas por

métodos tradicionais da Topografia como levantamentos planialtimétricos e planilhas. O SIG deve ser analisado como um sistema de apoio a tomada de decisão e como um sistema de gerenciamento de informações (CELESTINO et al, 1998 apud SANTOS, 2007, p. 27).

Nessa linha de discussão, verifica-se que as geotecnologias podem ser aplicadas em estudos urbanos, agregando informações necessárias às pesquisas das instituições de ensino, sociedade e governo, beneficiando diretamente a sociedade e o meio ambiente local.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho se desenvolveu em três etapas distintas que foram posteriormente correlacionadas para identificação de possíveis áreas no município de São Lourenço – MG que apresentassem características que as identificassem como sustentáveis. As etapas executadas foram estudos de campo, estudos de geoprocessamento e cruzamento de indicadores de sustentabilidade.

A metodologia descrita a seguir foi aplicada na escala de bairros. Diversas pesquisas direcionaram seu foco para a escala de bairro, cujo planejamento pode proporcionar estratégias para resolver os problemas na escala da cidade (MARINS, 2016).

A região de estudo adotada compreendeu os bairros Solar dos Lagos e Jardim das Estâncias. Trata-se de uma área que vem se urbanizando de forma acentuada, inclusive alcançando o município limítrofe de Carmo de Minas, englobando bairros ocupados pela população de maior e menor rendimento, o que torna esta área diversificada para análise dos indicadores de sustentabilidade.

Primeiramente, foram realizados estudos de campo de modo a permitir uma análise qualitativa da área. O percurso da região possibilitou constituir uma documentação fotográfica e relatórios acerca da dinâmica urbanística e da realidade ambiental dos locais visitados.

Durante as saídas de campo foram observados e registrados aspectos da paisagem urbana como infraestrutura, meios de transporte, qualidade das construções, meio ambiente, aspectos socioeconômicos, dentre outros parâmetros relevantes sobre o uso e ocupação do solo.

Na etapa seguinte foi adquirido junto ao Sistema Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) dados georreferenciados (Coordenadas UTM) da área, bem como, foram levantadas imagens de satélite através do software Google Earth versão profissional. Os arquivos adquiridos foram trabalhados no software AutoCAD e proporcionaram uma análise visual e quantitativa.

O objetivo de se trabalhar com dados georreferenciados foi obter a delimitação do perímetro urbano, relevo, área, posicionamento geográfico, assim como, representar planialtimetricamente todos os detalhes naturais e artificiais presentes na área de estudo.

Posteriormente, a correlação das etapas anteriores permitiu a elaboração de mapas temáticos. Os mapas são representações de informações sob uma perspectiva geográfica, transformando o espaço em um elemento de análise espacial de dados, apresentando informações extremamente especializadas (DUARTE, 2002, apud PRESTES, LOPES e SACRAMENTO, 2015, p. 48).

Os mapas foram elaborados no software AutoCAD, para tal, foram compilados os dados georreferenciados, as imagens de satélite do software Google Earth PRO e os dados qualitativos dos estudos de campo. Os mapas estabelecidos sintetizam especificamente os atributos de compactação, conectividade e relação com a natureza.

Por fim, na etapa de cruzamento de indicadores de sustentabilidade ocorreu a análise e interpretação de todo o material adquirido nas etapas anteriores o que viabilizou determinar se o município apresenta naquela região características de desenvolvimento sustentável ou de crescimento desordenado.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da área de estudo

O município de São Lourenço é uma estância hidromineral localizada na região denominada Circuito das Águas no Sul de Minas Gerais, na Serra da Mantiqueira, entre as latitudes 22°4'30"S e 22°9'20"S e as longitudes 45°5'30"W e 45°58'30"W. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), possui uma área de 58,019 km² e uma população de aproximadamente 41.657 pessoas.

O povoamento do município foi consolidado através da atividade turística proveniente da exploração de suas fontes de águas minerais. A cidade se organizou espacialmente nas imediações das fontes de águas minerais, localizadas no atual Parque das Águas, surgindo hotéis, pousadas restaurantes e outros comércios relacionados ao turismo . Este núcleo central devido à sua importância passou a interagir funções comerciais, administrativas, institucionais, de entretenimento e lazer (MARQUES NETO e ANDRADE, 2010).

Tal situação, evidentemente provocou desigualdades sociais, “a população local de maior poder aquisitivo e os turistas, foram os mais diretamente beneficiados com esta aprazível

organização do espaço” (MARQUES NETO e ANDRADE, 2010, p. 336), enquanto a população de menor poder aquisitivo obrigou-se a ocupar bairros periféricos de maior desorganização espacial.

São Lourenço, apesar de ser uma cidade turística, é muito diversificada economicamente destacando-se também o comércio, a prestação de serviço e as indústrias ligadas ao setor alimentício como águas minerais, doces, queijos, dentre outras.

O processo de crescimento urbano em São Lourenço vem provocando nítidas modificações na organização espacial da cidade e reflete a desigualdade dos indicadores socioeconômicos do município, muito embora, estes se encontrem em condições muito favoráveis entre as cidades brasileiras obtendo um Índice de Desenvolvimento Urbano de 0,759 no ano de 2010.

4.2 Os bairros Solar dos Lagos e Jardim das Estâncias

A análise do atributo de sustentabilidade urbana referente à compactação considerou parâmetros relativos ao tipo de uso e do número médio de pavimentos das edificações dos bairros Solar dos Lagos e Jardim das Estâncias. Na tabela 01 é possível verificar os parâmetros e indicadores de morfologia urbana reunidos para os bairros em questão.

Tabela 01 – Parâmetros e indicadores de morfologia urbana para os bairros Solar dos Lagos e Jardim das Estâncias em 2019

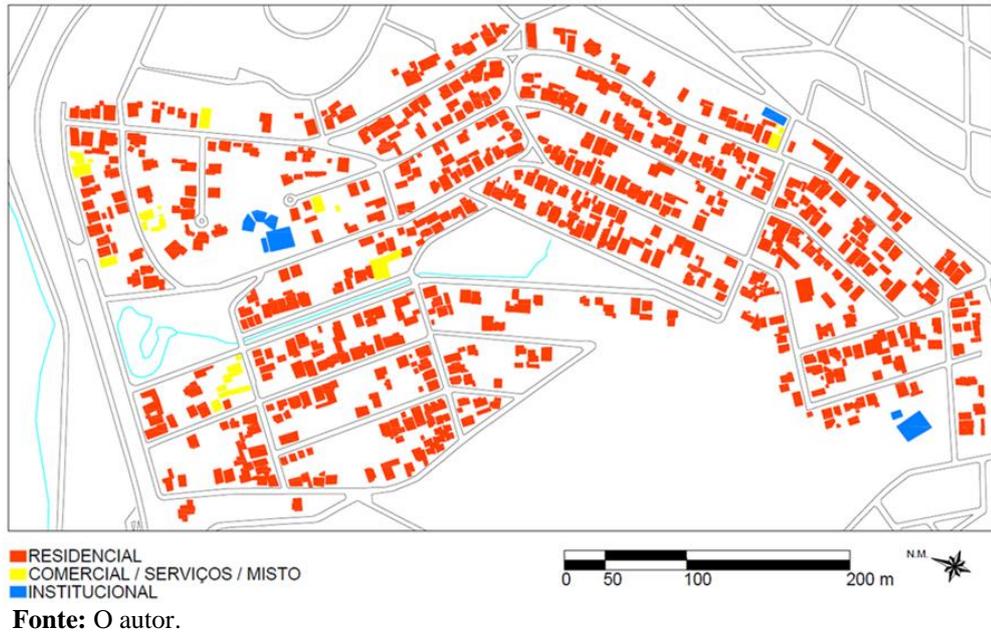
Parâmetros e indicadores	Unidade	S. dos Lagos	J. das Estâncias
Uso residencial	%	97,12	97,57
Uso comercial/serviços/misto	%	2,16	1,70
Uso institucional	%	0,72	0,73
Número médio de pavimentos	unid.	2	2

Fonte: O autor.

As edificações foram identificadas como de uso residencial, institucional e comercial, serviços e misto. Os resultados obtidos indicam que o uso do solo em ambos os bairros é primordialmente residencial, alcançando valores superiores a 97%. O uso comercial, serviços e misto é ligeiramente superior no bairro Solar dos Lagos e os demais parâmetros encontrados são praticamente os mesmos para os dois bairros.

Para uma melhor compreensão e interpretação do espaço urbano, elaborou-se um mapa de uso e ocupação do solo dos bairros Solar dos Lagos e Jardim das Estâncias. Na figura 01 pode-se observar o mapa de uso e ocupação elaborado para o bairro Solar dos Lagos.

Figura 01 – Mapa de uso e ocupação do bairro Solar dos Lagos



Fonte: O autor.

Como mostra o mapa fica evidente uma distribuição homogênea dos usos das edificações, cerca de 97,12% das construções são representadas por residências térreas e de até dois pavimentos. Esta situação indica uma densidade igualitária de ocupação do solo distribuída ao longo de toda a área, sendo apenas interrompida pela presença de alguns comércios, prestadores de serviços e prédios de uso institucional como escola e igrejas.

A mesma análise foi realizada no bairro Jardim das Estâncias onde foram identificadas algumas similaridades. A figura 02 demonstra o mapa de uso e ocupação do solo elaborado.

Figura 02 – Mapa de uso e ocupação do bairro Jardim das Estâncias



Fonte: O autor.

Assim como anteriormente, verifica-se uma distribuição homogênea dos usos destacando-se o uso residencial que representa 97,57% das edificações. A altura média das construções também é composta majoritariamente por casas térreas e de até dois pavimentos. No entanto, diferentemente do bairro Solar dos Lagos, é mais comum a presença de mais de uma unidade residencial por lote o que caracteriza uma densidade maior de residências.

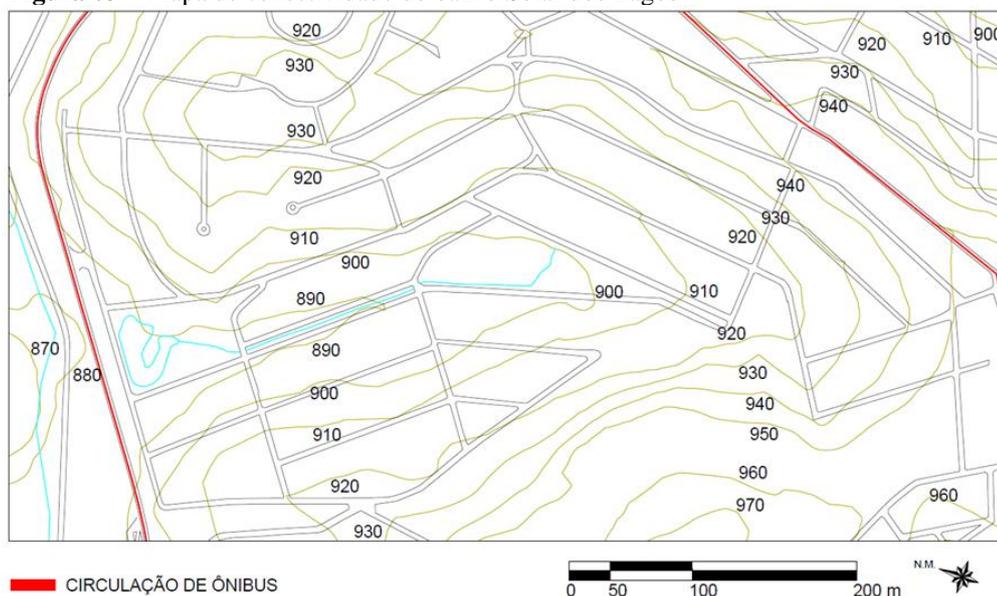
Marins (2016, p. 397), relata que “o adensamento populacional ocorre pelo incremento de unidades habitacionais por área, pelo maior nível de verticalização e ocupação do solo, [...]”, logo, apura-se que o bairro Jardim das Estâncias possui um adensamento populacional maior em relação ao parcelamento do solo.

O atributo de sustentabilidade urbana referente a conectividade foi analisado com base na localização dos bairros, topografia, desenho urbano e condições de acessibilidade ao transporte público. Para tal, foram elaborados mapas contendo a topografia e as linhas de ônibus que circulam pelos bairros.

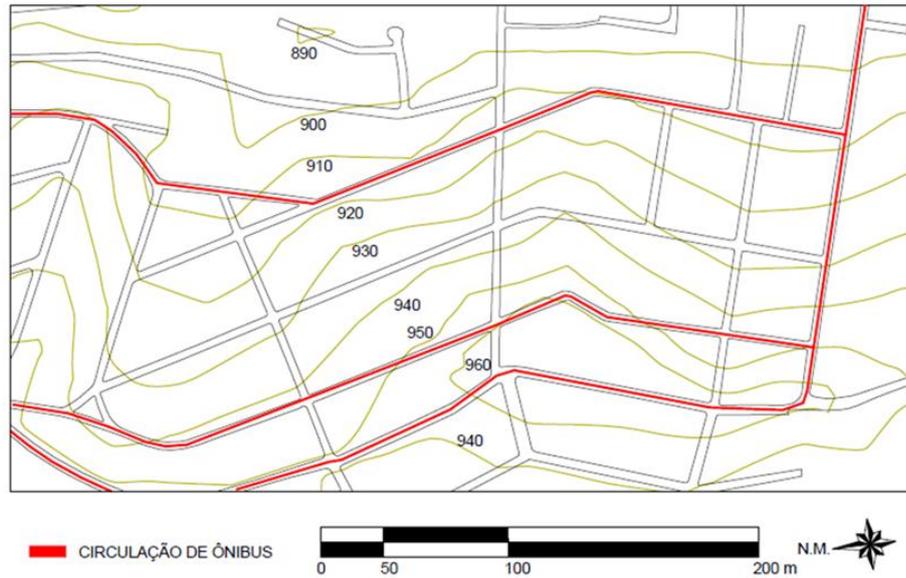
A topografia nos mapas foi representada em curvas de nível espaçadas em cotas de 10 m a fim de possibilitar a visualização do terreno e identificar possíveis desníveis que impossibilitem deslocamentos a pé ou de bicicleta. Em relação às linhas de ônibus, os mapas demonstram as ruas por onde estes veículos circulam para verificar a acessibilidade que os moradores têm em utilizá-los.

O mapa de conectividade do bairro Solar dos Lagos e Jardim das Estâncias pode ser visualizado pela figura 03 e figura 04, respectivamente.

Figura 03 – Mapa de conectividade do bairro Solar dos Lagos



Fonte: O autor.

Figura 04 – Mapa de conectividade do bairro Jardim das Estâncias

Fonte: O autor.

Ao observar o mapa (figura 03), verifica-se que o bairro Solar dos Lagos é bastante acidentado possuindo um desnível considerável principalmente no sentido Leste – Oeste. No entanto, seu projeto possui suas ruas principais no sentido Norte – Sul o que de certa forma ameniza a situação.

Percebe-se, também, que o bairro não é cortado por uma linha de ônibus, sendo assim, seus moradores necessitam realizar grandes deslocamentos para ter acesso ao transporte público. O desnível da região associado à escassez de transporte público dificulta a mobilidade da população que se vê obrigada a utilizar de meios de transporte particulares para se locomover.

Analisando o mapa referente ao bairro Jardim das Estâncias (figura 04), verifica-se a presença de duas linhas de ônibus que cortam o bairro de forma satisfatória possibilitando aos moradores uso facilitado ao transporte público, para ter acesso a estas linhas de ônibus não há necessidade de maiores deslocamentos e há uma maior oferta de horários disponíveis ocorrendo uma passagem de ônibus a cada 30 minutos.

Apesar do desnível do terreno verificado no sentido Leste – Oeste este não se configura como uma grande dificuldade de locomoção já que as principais ruas foram projetadas no sentido Norte – Sul acompanhando a direção mais favorável do terreno.

A tabela 02 sumariza um comparativo de parâmetros e indicadores de conectividade e acessibilidade urbana identificados para os dois bairros em estudo.

Tabela 02 – Parâmetros e indicadores de conectividade e acessibilidade urbana para os bairros Solar dos Lagos e Jardim das Estâncias em 2019

Parâmetros e indicadores	Unidade	S. dos Lagos	J. das Estâncias
Distância do bairro ao centro da cidade ⁽¹⁾	km	2,0	2,5
Tempo de viagem ao centro da cidade de transporte público ⁽¹⁾	min	10	15
Distância média das unidades residenciais ao ponto de acesso ao transporte público ⁽¹⁾	m	495	177
Tarifa de transporte público ⁽²⁾	R\$	3,40	3,40

Fonte: O autor.

Nota: ⁽¹⁾ Googlemaps (2019).

⁽²⁾ Circular São Lourenço (2019).

Como é mostrado na tabela 02, os bairros localizam-se a uma distância ente 2,0 km e 2,5 km do centro da cidade, este fator é muito positivo, pois a própria inserção urbana dos bairros amplia as condições de acessibilidade urbana, diminuindo o tempo gasto em deslocamentos e reduzindo os custos com tarifas de transporte público.

A análise dos casos mostra que o bairro Jardim das Estâncias contempla quesitos satisfatórios quanto a atributo de sustentabilidade urbana referente a conectividade, no entanto, o bairro Solar dos Lagos necessita de ações para ampliar e melhorar as condições de conectividade por meio de alternativas ao transporte individual.

Outro ponto analisado, diz respeito ao atributo de sustentabilidade urbana referente à relação com a natureza. Foram levados em consideração a priorização do desenho urbano de áreas de uso predominantemente público e coletivo para convívio social, lazer e preservação ambiental como áreas verdes e praças.

A tabela 03 apresenta a distribuição de áreas verdes e praças em relação a área total ocupada por estes bairros. A área total dos bairros abrange as áreas destinadas as vias públicas, lotes, servidões e áreas verdes e praças.

Tabela 03 – Distribuição de áreas verdes e praças nos bairros Solar dos Lagos e Jardim das Estâncias em 2019

Bairro	Área total (m²)	Áreas verdes e praças (m²)	Distribuição (%)
Solar dos Lagos	426.710,00	29.389,00	6,89
Jardim das Estâncias	185.402,55	21.611,65	11,66

Fonte: Prefeitura Municipal de São Lourenço/MG. Gerência de Obras.

Através a tabela 03, é possível observar que o bairro Solar dos Lagos possui uma área verde e praças superior ao bairro Jardim das Estâncias em valores absolutos, no entanto, de maneira geral possui uma distribuição destas áreas inferior àquele bairro, possuindo uma

distribuição de 6,89% enquanto o bairro Jardim das Estâncias possui uma distribuição de 11,66%.

Para se verificar atributo de sustentabilidade urbana referente a relação com a natureza foram elaborados os mapas que caracterizam as áreas verdes e as praças encontradas naqueles bairros. A figura 05 representa o atributo de relação com a natureza do bairro Solar dos Lagos, as áreas verdes e praças encontram-se destacadas na cor verde.

Figura 05 – Mapa de áreas verdes e praças do bairro Solar dos Lagos



Fonte: O autor.

O projeto do bairro Solar dos Lagos foi definido privilegiando os pedestres conta com calçadas mais largas, grandes espaços verdes e praças e uma valorização do mobiliário urbano. É um bairro com ruas consideravelmente arborizadas e com terrenos com área média de 600 m², isto contribui para uma maior ventilação urbana e de áreas livres permeáveis, uma vez que, a legislação do município permite uma taxa de ocupação máxima de 80% do lote.

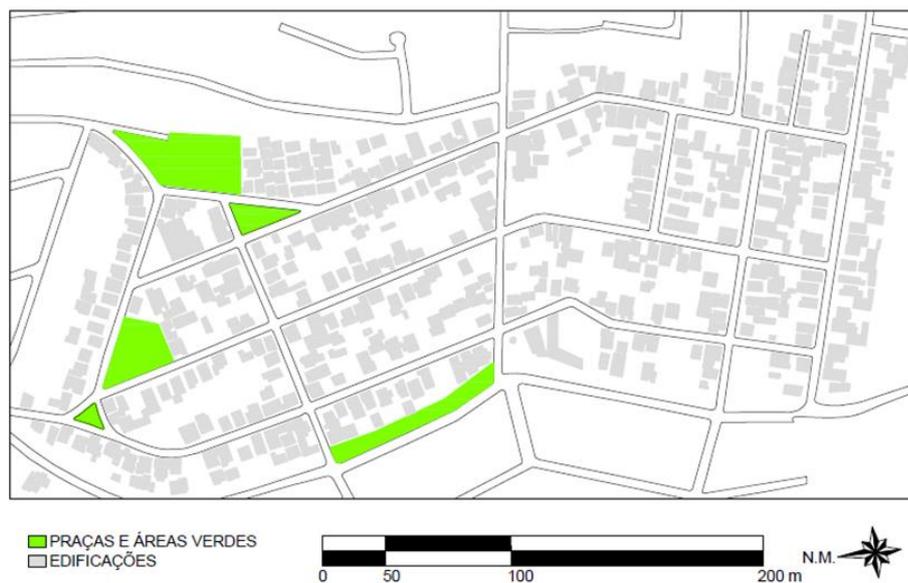
Na região destaca-se a praça estabelecida na parte mais plana do bairro, trata-se de uma área que atrai grande parte da população local e do entorno para prática de atividades físicas e de lazer, a região também possui área coberta, pista pavimentada para caminhada ao redor do lago e vários equipamentos públicos para prática de exercícios físicos.

Já o bairro Jardim das Estâncias foi concebido com menor valorização do mobiliário urbano, possui ruas medianamente arborizadas e dispõe de algumas praças com equipamentos públicos para prática de atividades físicas.

A taxa de ocupação máxima para este bairro também é de 80%, porém, os terrenos possuem em média áreas de 250 m² a 360 m², o que provoca um adensamento residencial maior prejudicando índices de ventilação urbana e permeabilidade do solo.

Apesar do bairro possuir uma área de 11,66% de seu território destinada a áreas verdes e praças, isto não ocorre na prática localmente, já que existem áreas que são descuidadas apresentando mato alto, não possuem infraestrutura mínima ou possuem declives acentuados impossibilitando seu uso pela população. Estas áreas não foram levadas em conta, portanto, não foram assinaladas no mapa de áreas verdes e praças esquematizado pela figura 06.

Figura 06 – Mapa de áreas verdes e praças do bairro Jardim das Estâncias



Fonte: O autor.

Ainda que alguns problemas foram identificados, é reconhecido que há uma preocupação mútua do poder público e dos moradores em buscar um equilíbrio entre a ocupação do solo e a manutenção de áreas verdes, promovendo coordenação de desenvolvimento urbano com aspectos qualitativos no longo prazo. Logo, verifica-se que os bairros contemplam áreas verdes e praças suficientes para serem considerados como bairros sustentáveis no que tange ao atributo de sustentabilidade urbana de relação com a natureza.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi aplicar ferramentas de geotecnologias para identificar possíveis atributos de sustentabilidade urbana em dois bairros do município de São Lourenço –

MG. Os bairros analisados foram o Solar dos Lagos e Jardim das Estâncias, tratam-se de bairros já consolidados e que apresentam populações diversificadas.

Ambos os bairros apresentaram um caráter residencial e uma distribuição homogênea das edificações, sendo estas constituídas predominantemente por construções térreas e de até dois pavimentos. O bairro Jardim das Estâncias apresentou um adensamento residencial maior.

O atributo de sustentabilidade urbana de conectividade foi insatisfatório no bairro Solar dos Lagos. A inexistência de uma rede de transporte público eficiente é um fator extremamente negativo quando está se analisando a sustentabilidade do meio urbano. Portanto, o bairro poderia ser potencializado se conectado ao modo coletivo de transporte, favorecendo, assim a integração do bairro com o entorno.

Os indicadores de sustentabilidade urbana referente a relação com a natureza mostraram-se aceitáveis nos dois bairros, destacando-se o bairro Solar dos Lagos que detêm na parte mais acessível do bairro praças e equipamentos públicos de boa qualidade.

Sendo assim, verifica-se que ao longo do tempo a expansão urbana dos bairros foi adequando-se aos padrões estabelecidos pelo plano diretor, favorecendo a organização urbana e o desenvolvimento sustentável.

A investigação dos indicadores de sustentabilidade urbana dos bairros Solar dos Lagos e Jardim das Estâncias mostrou a importância de se estabelecer mecanismos de estudos de uso e ocupação do solo para o correto planejamento urbano. O estudo demonstrou ainda, que é necessário integrar e monitorar diferentes conceitos de sustentabilidade urbana, havendo necessidade de se expandir este estudo as demais áreas da cidade.

A análise e estudos aplicados através das geotecnologias possibilitou o entendimento mais prático e sintético da sustentabilidade urbana, uma vez que eles permitiram a condensação de diversas informações em recortes temáticos representativos de questões contemporâneas da cidade que neste trabalho foram representados pelos mapas de uso e ocupação do solo, conectividade e relação com a natureza.

A utilização das geotecnologias como o SIG são instrumentos fundamentais para o processo de tomada de decisões dentro da esfera da administração pública territorial. Sendo assim, as geotecnologias possibilitam uma análise geoespacial detalhada de parâmetros fundamentais no traçado e dinâmica das cidades.

Finalmente, o planejamento urbano requer tomadas de decisões e medidas efetivas do poder público, que através de estudos da diversidade do solo, da mobilidade adequada e da presença maior de praças e áreas verdes, seja capaz de proporcionar uma qualidade de vida melhor para as populações atuais e futuras.

**URBAN EXPANSION AND SUSTAINABILITY: an analysis based on geotechnologies in
the municipality of São Lourenço - MG**

ABSTRACT

In Brazil, historically, the process of urban expansion is characterized in the majority of cases by the disorganization and intensity. The planning and management of cities according to sustainability criteria is a huge challenge, since it requires a clear vision of the urban system and the multiple interactions that take place within it. In this scenario, geotechnology can be an important instrument to obtain and analyze parameters of interest in municipal management in urban infrastructure planning and environmental preservation. The present work has as main objective to analyze the use and occupation of the soil of the urban area of the municipality of São Lourenço - MG, with the help of GIS and Google Earth PRO tools to cross sustainability indicators and evaluate the process of urban expansion. Through the software AutoCAD were produced thematic maps that compiled georeferenced data, satellite imagery of the software Google Earth PRO and qualitative data of field studies. The established maps specifically synthesized the attributes of compaction, connectivity and relation to nature. The investigation of the indicators of urban sustainability in the neighborhoods of Solar dos Lagos and Jardim das Estâncias showed the importance of establishing mechanisms for studies of land use and occupation for the correct urban planning. The study also showed that it is necessary to integrate and monitor different concepts of urban sustainability, and it is necessary to expand this study to other areas of the city.

Keywords: *Urban Expansion. Sustainability. Geotechnology.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sustentabilidade urbana: impactos do desenvolvimento econômico e suas consequências sobre o processo de urbanização em países emergentes.** Brasília: MMA, 2015, 270 p.

CASSILHA, G. A., CASSILHA, S. A. **Planejamento urbano e meio ambiente.** Curitiba: IESDE Brasil S. A., 2009. 176 p. Disponível em: <<http://people.ufpr.br/~felipe/Livro%Planejamento.pdf>>. Acesso: set. 2018.

CHUERUBIM, M. L.; PAVANIN, E. V. Análise do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Córrego Barbosa no ano de 2011. **GEOUSP – espaço e tempo**, São Paulo, n. 33, p. 229-238, 2013.

FUNDAÇÃO DOM CABRAL; SECOVI-SP - Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Comerciais e Residenciais de São Paulo. **Indicadores de sustentabilidade no desenvolvimento imobiliário urbano**. São Paulo: SECOVI-SP, 2011, 70 p.

GONÇALVES, F. de S.; MOURA, N. S. V. Análise do crescimento urbano no município de Sapucaia/RS e as tendências atuais de expansão urbana. **Revista de Direito da Cidade**, Sapucaia do Sul, v. 7, n. 3, p. 1112-1143, 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: mar. 2019.

LEITE, M. E.; ROSA, R. Geografia e Geotecnologias no estudo urbano. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 17, n. 17, p. 180-186, fev. 2006.

MARINS, K. R. de C. C. Análise comparativa multicriterial de estratégias em sustentabilidade urbana aplicada aos bairros da Cidade Pedra Branca (Palhoça, SC) e Vauban (Freiburg, Alemanha). **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 393-408, out./dez. 2016.

MARQUES NETO, R.; ANDRADE, A. C. Expansão urbana e apropriação do relevo em São Lourenço (MG): a bacia do Córrego Jardim. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 11, n. 36, p. 331-347, dez. 2010.

NUNES, M. F. de O. et al. Indicadores de sustentabilidade urbana: aplicação em bairros de Caxias do Sul. **Arquiteturarevista**, v. 12, n. 1, p. 87-100, jan./jun. 2016.

PAVANIN, E. V. et al. Geoprocessamento aplicado ao diagnóstico de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Córrego Guaribas em Uberlândia – MG. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 3, n. 2, p. 24-38, jul./dez. 2016.

PRESTES, F. S. T.; LOPES, G. da S.; SACRAMENTO, I. C. C. Análise do uso e ocupação do solo: uma caracterização histórica a partir das geotecnologias. **Revista Engenharia e Construção Civil**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 45-51, jul./dez. 2015.

SANTOS, S. B. dos. **Análise de Uso e Ocupação do Solo de Áreas de Preservação Permanente Utilizando Ferramentas de SIG na Gestão de Bacias Hidrográficas: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço**. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.