



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL  
ENGENHARIA CIVIL**

**MYRIAN BATISTA DE CARVALHO**

**ANÁLISE DA EXPANSÃO DO PERÍMETRO URBANO DE  
CAMPINA GRANDE – PB: IDENTIFICAÇÃO DE VAZIOS  
URBANOS, ÁREAS AGRÍCOLAS E CENÁRIOS DE  
OCUPAÇÃO**

**CAMPINA GRANDE, PARAÍBA**

**2017**

**MYRIAN BATISTA DE CARVALHO**

**ANÁLISE DA EXPANSÃO DO PERÍMETRO URBANO DE  
CAMPINA GRANDE – PB: IDENTIFICAÇÃO DE VAZIOS  
URBANOS, ÁREAS AGRÍCOLAS E CENÁRIOS DE  
OCUPAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Civil da Universidade Federal de  
Campina Grande, como parte dos  
requisitos necessários à obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadores:

Profa. Iana Alexandra Alves Rufino

Prof. John Elton de Brito Leite Cunha

**CAMPINA GRANDE, PARAÍBA**

**2017**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, por todo o apoio em minhas decisões, pelos esforços em me educar, pelo carinho e preocupação, pelo amor de sempre e pelo exemplo de pessoas e pais.

A Mikelli, que vivenciou as minhas angústias e alegrias durante toda essa jornada com paciência e amor, e compartilhou suas experiências de vida acadêmica, me enriquecendo pessoal e profissionalmente.

Às minhas irmãs, Hellen e Vívian, pelo companheirismo diário e pelos pensamentos positivos.

A todos os amigos da graduação que tornaram minha caminhada mais fácil com conselhos, ajudas e companheirismo. Em especial, Robson, Larissa, Pedro e Mayara, que me acompanharam desde o início.

Às minhas amigas de colégio, Ana, Noriane, Valquiria e Thayse, que foram parte fundamental de uma fase de amadurecimento, no início de curso, e até hoje se fazem presentes na minha vida.

A todos os colegas que compartilharam comigo a experiência do intercâmbio, em especial, às amigas Deusas: Mariana, Marina e Letícia, que foram fundamentais para o meu crescimento pessoal, sendo apoio em tempos difíceis longe de casa. Assim como, à IHS e a todos os professores que despertaram em mim o interesse por questões urbanas.

Aos professores Mauro e Lívia, pelas contribuições feitas a este trabalho.

Aos meus orientadores. Iana, por todo o conhecimento e experiências compartilhadas, competência, incentivo e por ser um exemplo de profissional. John, sem o qual esse trabalho não existiria, por se fazer presente mesmo distante e por toda a paciência e dedicação.

À todas as pessoas que se fizeram presentes na minha vida durante a graduação e me enviaram vibrações positivas, meu muito obrigada.

## RESUMO

A expansão urbana é um fenômeno que vem acontecendo mundialmente de forma acelerada. Os impactos que o aumento das cidades tem gerado, em questões ambientais e na qualidade de vida da população, são perceptíveis ao longo dos anos. Principalmente, quando ocorre de forma desorganizada, fragmentada e com baixa densidade. No Brasil, a expansão urbana ocorre em direção às suas franjas, tipicamente utilizadas para fins agropecuários, o que aumenta a complexidade das análises, envolvendo aspectos sociais, econômicos e ambientais. O objetivo do presente trabalho é avaliar a partir de projeções de crescimento populacional, vazios urbanos e possíveis impactos nas áreas agrícolas, a capacidade de ocupação do atual perímetro urbano de Campina Grande - PB para um horizonte de 20 anos. Atualmente, Campina Grande passa por um processo de avaliação para ampliação do seu perímetro urbano, o que justifica o desenvolvimento trabalho que permitam uma melhor avaliação espacial do território municipal. Para isso, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto quantificação do Enhanced Vegetation Index (EVI), que permitiu observar a presença de áreas de produção agrícola a partir da análise de 45 imagens Landsat para o ano de 2014 e duas imagens RapidEye. As simulações de ocupação da cidade foram realizadas com base no preenchimento dos espaços ainda vazios e aumento da densidade de ocupação, avaliando a necessidade da ampliação do perímetro urbano a curto e médio prazo. Com os resultados da pesquisa, é possível perceber a existência de áreas agrícolas nas franjas urbanas de Campina Grande que podem ser afetadas pelo aumento do perímetro urbano. Através da simulação de cenários de ocupação, torna-se perceptível que o perímetro urbano de Campina Grande ainda comporta o crescimento populacional para um horizonte superior a 20 anos.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto, vazios urbanos, agricultura, áreas periurbanas.

## ABSTRACT

Urban sprawl is a phenomenon that is happening worldwide in an accelerated way. The impacts that the increase of the cities has generated, in environmental issues and in the quality of life of the population, are perceptible over the years. Especially when it occurs in a disorganized, fragmented and low density way. In Brazil, urban expansion occurs towards its fringes, typically used for agricultural purposes, which increases the complexity of the analyses, involving social, economic and environmental aspects. The objective of the present study is to evaluate, with population growth projections, urban voids and possible impacts in the agricultural areas, the capacity of occupying the current urban perimeter of Campina Grande - PB for a 20-year horizon. Currently, Campina Grande goes through an evaluation process to expand its urban perimeter, which justifies the development of this study that allows a better spatial evaluation of the municipal territory. For this, remote sensing techniques quantification of the Enhanced Vegetation Index (EVI) were used, which allowed to observe the presence of agricultural production areas from the analysis of 45 Landsat images for the year 2014 and two RapidEye images. The simulations of occupation of the city were carried out based on the filling of the still empty spaces and increase of occupancy density, evaluating the need to expand the urban perimeter in the short and medium term. With the results of the research, it is possible to perceive the existence of agricultural areas in the urban fringes of Campina Grande that can be affected by the increase of the urban perimeter. Through the simulation of occupancy scenarios, it is noticeable that the urban perimeter of Campina Grande still includes population growth for a horizon of more than 20 years.

**Palavras-chave:** remote sensing, urban voids, agriculture, periurban areas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo.....	22
Figura 2 - Gráfico de população de Campina Grande.....	23
Figura 3 - Gráfico de população rural e urbana de Campina Grande.....	23
Figura 4 - Delimitação de área central, urbana e periurbana de Campina Grande.....	24
Figura 5 - Macrozoneamento de Campina Grande.....	25
Figura 6 - Localização das ZEIAs.....	26
Figura 7 - Localização dos principais condomínios fechados de Campina Grande.....	26
Figura 8 - Mapa com regiões de estudo do PMSB.....	29
Figura 9 - Mapa GHSL para área construída em Campina Grande.....	30
Figura 10 - Gráfico de produção agrícola entre 2004 e 2015 por área plantada, em hectares.....	32
Figura 11 - Fluxograma de etapas da pesquisa.....	42
Figura 12 - Valores de EVI para pontos de interesse no ano de 2014.....	43
Figura 13 - Mapa de classificação de áreas agrícolas e vazios urbanos.....	45
Figura 14 - Mapa de classificação com delimitação de área periurbana.....	46
Figura 15 - Comparação entre mapa produzido (a) e mapa do GHSL (b).....	47
Figura 16 - Percentual de ocupação para 2034 no primeiro cenário.....	51
Figura 17 - Percentual de ocupação para 2034 no segundo cenário.....	53
Figura 18 - Percentual de ocupação para 2034 no terceiro cenário.....	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Divisão de regiões usadas para projeção populacional.....	28
Tabela 2 - Projeção populacional.....	29
Tabela 3 - Área plantada em Campina Grande, em hectares.....	31
Tabela 4 - Dados técnicos das imagens <i>RapidEye</i> .....	33
Tabela 5 - Valores de EVI para pontos de interesse.....	34
Tabela 6 - Valores de máximo e desvio padrão para EVI nos pontos de interesse.....	36
Tabela 7 - Levantamento de espaços livres públicos.....	38
Tabela 8 - Áreas ocupadas e livres, por região.....	48
Tabela 9 - Áreas ocupadas e de vazios urbanos por região, com ZEIAS e ELPu.....	49
Tabela 10 - Valores de densidade e população comportada para primeiro cenário de ocupação.....	50
Tabela 11 - Percentual de ocupação para 2014 e 2034, no primeiro cenário.....	51
Tabela 12 - Valores de população comportada para o segundo cenário de ocupação.....	52
Tabela 13 - Percentual de ocupação para 2014 e 2034, no segundo cenário.....	53
Tabela 14 - Valores de população comportada para terceiro cenário de ocupação.....	54
Tabela 15 - Percentual de ocupação para 2014 e 2034, no terceiro cenário.....	55

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. Objetivo geral.....	10
2.2. Objetivos específicos.....	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1. Expansão urbana.....	11
3.2. Vazios urbanos.....	15
3.3. O urbano, o rural e a agricultura.....	16
3.4. Aplicação de sensoriamento remoto ao planejamento urbano.....	19
4. METODOLOGIA.....	22
4.1. Caracterização da área de estudo.....	22
4.2. Coleta de dados.....	27
4.2.1 Projeção de crescimento populacional.....	27
4.2.2 Área construída do Global Human Settlement Layer.....	30
4.2.3 Produção agrícola municipal.....	31
4.3. Mapeamento de vazios urbanos e áreas agrícolas.....	32
4.3.1. Caracterização de vazios urbanos.....	33
4.3.2. Caracterização de áreas agrícolas.....	35
4.3.3. Mapeamento final.....	37
4.4. Simulação de ocupação da cidade.....	37
4.4.1. Primeiro cenário de ocupação.....	39
4.4.2. Segundo cenário de ocupação.....	40
4.4.3. Terceiro cenário de ocupação.....	41
4.5. Etapas da metodologia.....	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
5.1. Método para identificação de áreas agrícolas.....	43
5.2. Mapeamentos.....	44
5.3. Primeiro cenário de ocupação.....	49
5.4. Segundo cenário de ocupação.....	52
5.5. Terceiro cenário de ocupação.....	54
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58



## 1. INTRODUÇÃO

A urbanização é um fenômeno que vem se expandindo continuamente em todo o mundo e, em algumas regiões, atinge altas taxas de crescimento. Estudos comprovam que, globalmente, a taxa de crescimento das áreas urbanas é maior do que a taxa de aumento da população residente nesse tipo de ambiente.

Por se tratar de uma ação antropogênica, a expansão urbana traz consigo muitas alterações do meio. Principalmente, quando ocorre de forma desorganizada, fragmentada e com baixa densidade. De acordo com pesquisas, a expansão urbana pode trazer consigo diversos impactos na biodiversidade local, paisagem, cobertura do solo, sistemas hidrológicos, clima e áreas para agricultura (JIANG et al., 2013; SETO et al., 2011; AGUAYO et al., 2007, GÜNERALP; SETO, 2013). Entretanto, com o aumento da população urbana, por vezes, a expansão da mancha urbana se torna inevitável a partir do momento que a cidade não comporta mais aquela população dentro dos seus limites. Nessa situação, naturalmente, o meio urbano irá se expandir (SANTORO, 2014).

A expansão urbana se dá em direção às franjas urbanas que, usualmente, no Brasil, são terras utilizadas para fins agropecuários. Ao ser anexada ao perímetro urbano, a terra adquire um valor de uso e se torna uma possibilidade de acumulação de riqueza, estando imediatamente associada às condições de parcelamento e infraestrutura que constituem o espaço urbano (NASCIMENTO; MATIAS, 2011). Devido a isso, o processo de mudança de uso do solo, de rural para urbano, é fortemente marcado pela especulação fundiária (SANTORO, 2014).

Atualmente, ocorre, em Campina Grande, a revisão do Plano Diretor municipal. Através do Plano Diretor, o município deve, dentre outras funções, “promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano” (Art. 30, VIII da Constituição Federativa do Brasil, 1988). Uma das questões que se inserem nesse tipo de política territorial é a delimitação do perímetro urbano da cidade, que hoje, se encontra em revisão para uma possível ampliação.

Este trabalho, abordando o contexto atual de Campina Grande, busca contribuir com a discussão sobre a expansão do perímetro urbano, trazendo aspectos importantes a serem considerados no debate, como possíveis impactos da redefinição do perímetro e alternativas à expansão da área urbana.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar a capacidade que o atual perímetro urbano de Campina Grande - PB apresenta de comportar a crescente população da cidade até o ano de 2034, levando em consideração a presença de vazios urbanos, a densidade de ocupação e a presença de áreas agrícolas periurbanas.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Avaliar a eficiência do uso de imagens de satélite de sensoriamento remoto disponíveis gratuitamente, como instrumento de planejamento urbano;
- Estabelecer um método de identificação de áreas periurbanas de produção agrícola com a aplicação de índices de vegetação comumente utilizados;
- Diagnosticar a atual situação do município de Campina Grande com relação à presença de vazios urbanos e densidade de ocupação, através de um mapeamento de cobertura do solo (áreas ocupadas e vazios urbanos=);
- Analisar possíveis impactos da ampliação do perímetro urbano de Campina Grande no entorno rural da cidade;
- Simular a ocupação da área urbana de Campina Grande para o ano de 2034, de forma a avaliar a capacidade que o atual perímetro urbano tem de absorver a crescente população da cidade.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Expansão urbana

Segundo estudos realizados pela ONU (2004), em 2000, a população de países em desenvolvimento era esperada crescer de 2 bilhões para, aproximadamente, 4 bilhões em 30 anos. Em contrapartida, a densidade média de áreas urbanizadas decrescia a uma taxa de 1,7% ao ano. Mantendo essa taxa de redução de densidade, é esperado que as cidades de tais países tripliquem sua área até 2030, resultando assim em uma conversão de 160m<sup>2</sup> de área não urbanizada para urbanizada a cada novo residente. No mundo, estima-se que a área urbanizada passará de 400.000 km<sup>2</sup>, no ano 2000, para 1 milhão de quilômetros quadrados, em 2030 (ANGEL et al., 2005). Outro estudo conduzido por Seto et al. (2011) estima que, até 2030, mais de 1,5 milhão de quilômetros quadrados de terra no mundo serão transformados em áreas urbanizadas, um espaço equivalente ao território da Mongólia.

Os questionamentos sobre expansão urbana têm permeado as discussões levantadas por planejadores urbanos há algum tempo. Ainda assim, restam dúvidas se a expansão urbana deve ser aceita, combatida ou incentivada. Algumas das principais implicações negativas da expansão urbana são fruto de um desenvolvimento inapropriado e desnecessário. É apontado que tal desenvolvimento reduz o acesso a espaços abertos, invade áreas de produção agrícola e de vegetação nativa, requer maior uso de carro, aumentando a poluição do ar, consumo de energia e emissão de gases de efeito estufa, torna o transporte público menos eficiente e atrativo, requer maiores extensões de redes de infraestrutura pública, reduz interação social, aumenta fragmentação social (ANGEL et al., 2005).

O que torna a expansão urbana inapropriada e desnecessária, está diretamente relacionado à densidade desse desenvolvimento. Segundo Acioly Jr. e Davidson (1996), altas densidades maximizam investimentos públicos em infraestrutura e permitem o uso eficiente da terra. Entretanto, esse é um aspecto que deve ser tratado com cuidado, visto que alguns assentamentos de altas densidades podem sobrecarregar a infraestrutura e serviços da região e superlotar os espaços, criando um meio insustentável ao desenvolvimento saudável da vida humana. A questão da densidade é delicada e vai depender muito de aspectos históricos e culturais da região (ACIOLY JR.; DAVIDSON, 1996). Entretanto, alguns autores estabelecem valores de

densidade que podem ser utilizados como parâmetros para o desenvolvimento de cidades, contanto que seja analisada a realidade local.

Para a definição desses parâmetros, geralmente, é utilizado o conceito de densidade bruta. A densidade bruta é o total de pessoas que residem em uma determinada zona urbana dividida pela área total em hectares. Nesse cálculo incluem-se áreas de espaços públicos, rede viária, áreas verdes, equipamentos urbanos. Ou seja, seria a população dividida pela área total urbanizada (ALVES, 2011).

Acioly e Davidson (1998) indicam que projetos urbanos com densidades brutas muito altas apresentam uma média de 600 habitantes por hectare (hab/ha), projetos com densidade alta tem, em média, 400 hab/ha; com densidade média estariam em torno e 200 hab/ha e, com densidades baixas, 100 hab/ha. Zmitrowicz e De Angelis Neto (1997) afirmam que os projetos habitacionais devem priorizar densidades brutas entre 200 e 300 hab/ha. Silva et al. (2016) relaciona valores de densidade com custos de infraestrutura, apontando que para densidades brutas de até 100 hab/ha o custo de redes de infraestrutura é de, aproximadamente, US\$ 8.644,00 por família. Já para densidades de 450 hab/ha, o custo de urbanização decresce para US\$ 2.400,00 por família.

Segundo Silva et al. (2016), as cidades brasileiras apresentam um padrão de urbanização majoritariamente unifamiliar, com densidades brutas de 100 hab/ha. Esse padrão é adotado no país desde o período de consolidação da sua urbanização, os anos de 1950 e 1960, e permanece semelhante até hoje por meio de plano habitacionais, aspectos culturais ou simplesmente por reprodução de um padrão já estabelecido pela construção civil sem a devida atenção governamental.

Historicamente, vemos expressões como “desenvolvimento urbano” ou “urbanização” associadas ao crescimento da cidade ou expansão do ambiente urbano, englobando fenômenos como a verticalização, expansão horizontal do tecido urbano e expansão de rodovias (SOUZA, 1998). Silva (2013) traz uma nova visão para esses termos, quando diz que a urbanização é inicialmente apontada por um aumento populacional das cidades, porém o processo transcende esse simples indicador, e se caracteriza mais fortemente pelas espacializações e composições hierárquicas entre as cidades, acompanhadas por um aumento da complexidade da vida urbana e suas reproduções, sem, necessariamente, ocorrer um aumento significativo do tecido urbanizado.

Embora os fenômenos citados anteriormente (verticalização, expansão horizontal e criação de rodovias) não devam ser tratados como consequência natural da urbanização, mas como um dos possíveis caminhos definidos pelos atores sociais e econômicos que moldam a cidade, é inegável que o processo de urbanização da maioria das cidades brasileiras foi acompanhado destes. Há alguns anos, os aspectos negativos desses fenômenos começaram a ser discutidos, principalmente se tratando da qualidade de vida da população (SOUZA, 1998). Mudanças na cobertura do solo, interferência em sistemas hidrológicos e temperatura das cidades, formação de ilhas de calor, redução da biodiversidade, maior emissão de dióxido de carbono por uso de automóveis (SETO et al., 2011) são resultados da urbanização na maioria das grandes cidades.

Entretanto, percebe-se que a população das regiões urbanas cresce continuamente e, por vezes, dado a necessidade de novos espaços para comportar a população, a expansão da malha urbana e a verticalização controlada se fazem necessárias. Para além da população, a urbanização amplia-se para dar sustentação ao crescimento econômico e produzir novas riquezas que irão alimentar o sistema capitalista (SILVA, 2013). Assim, vê-se que naturalmente e recorrentemente, o meio urbano irá se expandir. Porém, é importante que se planeje esse processo, para que a ampliação, quando necessária, tenha seus prejuízos ambientais e sociais minimizados e os benefícios sejam igualmente distribuídos para a população (SANTORO, 2014). Para isso, faz-se necessária a regulação do território e do desenvolvimento urbano por parte do poder público.

Segundo Santoro (2012), a história da regulação e gestão do território no Brasil se deu com a promulgação da Lei de Terras de 1850. Essa lei foi o marco que instituiu a terra como mercadoria, conferindo a essa o caráter de propriedade e um bem passível de aquisição por compra. A partir desse momento, a terra se torna um negócio e requer regras para mediação de conflitos e regulação de valor.

Assumindo condição de mercadoria, a terra apresenta valor de uso, relativo ao seu caráter de elemento vital à realização de qualquer atividade e elemento não reprodutível, e valor de troca, se tornando possibilidade de acumulação de riqueza. O valor da terra é diretamente associado ao seu entorno. Estando inserida em um contexto urbano, onde há maior possibilidade de conexão (sistema viário), amenidades, localização mais próxima em relação a centros de trabalho, consumo e infraestrutura completa, é agregado valor a essa propriedade. Portanto, ao ser

inserida no meio urbano, a terra é imediatamente valorizada (NASCIMENTO; MATIAS, 2011). Segundo Nascimento e Matias (2011, p.70), “o preço assumido por determinada parcela da terra urbana depende das características físicas do terreno, mas principalmente de sua inserção no espaço urbano como um todo”.

Assim, proprietários de terras são fortemente atraídos à compra de terras nas regiões periurbanas ou regiões de transição urbano-rural, na expectativa de uma ampliação do perímetro urbano que englobe suas propriedades. Devido a isso, esses agentes são influenciadores no processo de expansão da cidade, pois têm grande interesse na ampliação do perímetro urbano e na valorização das suas propriedades (CÔRREA, 1995).

Entretanto, a ampliação do perímetro urbano não significa que aquela parcela de terra incorporada a cidade será urbanizada a curto prazo. O fato é que os proprietários desejam valorizar ao máximo suas terras e, assim, esterilizam grandes áreas nas periferias da cidade, esperando que a urbanização alcance aquela região (NASCIMENTO; MATIAS, 2011). Por isso, processos de transição de uso do solo – rural para urbano – são fortemente marcados pela especulação fundiária.

A atividade especulativa da terra é causadora de diversos prejuízos sociais, tais como subutilização de serviços e infraestrutura, crescimento disperso (ou espraiamento) da cidade, distribuição desigual da terra-moradia e redução de áreas agrícolas em zonas rurais e periurbanas (FIRMAN, 2000).

É importante destacar que a especulação fundiária incide não só sobre terras recém incorporadas ao perímetro urbano, mas também às novas glebas localizadas na periferia. Esse é um processo que tende a se intensificar e aumentar acompanhando o aumento do limite da cidade.

Já em áreas mais centrais, a retenção especulativa é grande formadora dos chamados vazios urbanos. Criando uma expansão descontínua da cidade, o vazio urbano, como área de especulação, favorece uma lógica de valorização que alimenta a si mesmo. Os vazios urbanos geram a escassez da terra-moradia na cidade, impulsionando a expansão da área urbana frente a uma demanda crescente de espaços para a população e a expansão da área urbana irá gerar novas reservas especulativas nas áreas periféricas recém incorporadas ao seu perímetro. Nesse processo, as cidades agigantam-se em um processo contínuo de expansão sobre as franjas urbanas (BELTRAME, 2013).

Segundo Santos (2013, p.106), “as cidades são grandes porque há especulação e vice-versa; há especulação porque há vazios e vice-versa; porque há vazios, as cidades são grandes”.

### **3.2. Vazios urbanos**

Ainda não há uma definição padrão para o que chamamos de vazios urbanos, havendo uma variação de designação entre autores. Entretanto, normalmente entende-se por vazios urbanos diferentes tipos de parcelas de terra não utilizadas ou subutilizadas dentro do perímetro urbano (PAGANO; BOWMAN, 2000).

Os vazios urbanos estão presentes na morfologia de quase todas as cidades brasileiras e são resultantes de uma urbanização de baixa densidade, onde áreas são deixadas vazias na espera que investimentos públicos em infraestrutura alcancem aquele local e, assim, a área seja valorizada. Novamente, a especulação se torna um problema social para a cidade. Entretanto, a especulação não mais é tida como única forma de produção de vazios urbanos nas cidades contemporâneas (LARANGEIRA, 2003).

Historicamente, a existência de vazios urbanos iniciou com o declínio de metalúrgicas e indústrias. Extensas áreas foram abandonadas e a tendência de esvaziamento de áreas industriais se intensificou, algumas delas permanecendo vazias até hoje – os chamados *brownfields*. Hoje, além da especulação imobiliária e fundiária, dois outros fatores têm grande impacto na produção de áreas vacantes na cidade: a fuga de pessoas para áreas menos centrais na cidade, ou seja, quando a localização do terreno não atende às necessidades do proprietário e se torna obsoleta (LARANGEIRA, 2003) e a atratividade das áreas de expansão urbana que tem levado à multiplicação de condomínios fechados. O surgimento dessas “ilhas muradas” de baixa densidade na cidade, cria espaços “entre-muros” inseguros e não atrativos, formando um padrão descontínuo de ocupação (POLIDORO et al., 2011).

Os vazios urbanos deixam clara a ineficiência do planejamento urbano nas nossas cidades e regiões metropolitanas. Esse fenômeno explicita as disparidade e inequidades ao acesso da terra urbana, potencializa o problema da segregação social e espacial, aumenta custos de infraestrutura subutilizada, consome terras agrícolas ou ambientalmente frágeis, aumenta uso de transporte individual e afeta a qualidade de vida nos centros urbanos (BURCHELL et al., 2002; LARANGEIRA, 2003).

Por outro lado, a utilização dos vazios urbanos pode representar uma oportunidade de crescimento econômico e revitalização de uma gama de espaços, além de uma alternativa para orientar o crescimento do tecido urbano (LARANGEIRA, 2003; PAGANO; BOWMAN, 2000).

Para promover a ocupação das vacâncias no meio urbano, o poder público municipal dispõe de instrumentos legais especificados no art. 182 § 4º da Constituição Federal.

“Art. 182 § 4º - É facultado ao Poder Público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente de: i) Parcelamento ou edificação compulsórios; ii) Imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo; iii) Desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais” (BRASIL, Constituição Federal, 1988).

A sanções sucessivas especificadas se aplicam caso o terreno continue sem utilização adequada. Ao ser aplicado o parcelamento ou edificação compulsórios, o “vazio” tem um prazo para ser loteado, construído ou aplicada uma utilização social. Se o prazo se esgotar e o requisito de ocupação não for atendido, será aplicado o instrumento de IPTU progressivo. E se, ainda assim, o espaço continuar desocupado, o poder público poderá exercer a desapropriação, com pagamento em títulos da dívida pública (TEIXEIRA, 2010).

De forma a amenizar o espraiamento urbano e a proliferação de vazios dentro do perímetro urbano, a ocupação dessas áreas vacantes deve ser priorizada à expansão urbana.

### **3.3. O urbano, o rural e a agricultura**

A dicotomia rural-urbano tem sido usada amplamente pelas ciências sociais para interpretar as diversas transformações que ocorrem em cada meio. Entretanto, a partir da década de 1970, a validade dessa dualidade e a diferenciação entre os dois meios tem sido contestada por alguns autores, que apontam que o meio rural está, cada vez mais “urbano” (MINGIONE; PUGLIESE, 1987).



A diferenciação entre o urbano e o rural acontece com a Revolução Industrial e o desenvolvimento da máquina a vapor, que permite a independência da tração animal para o funcionamento das indústrias. Assim as indústrias podem se instalar no meio urbano e é dada a separação dos dois espaços. Em tempos mais recentes, a medida em que ocorre a industrialização do campo ou o que Elias (2006) chama de surgimento da *agricultura científica*, os limites entre o rural e o urbano se tornam tênues e a delimitação dos dois meios se dificulta (SIQUEIRA; OSÓRIO, 2001).

Siqueira e Osório (2001) se utilizam de uma analogia interessante para representar essa questão. Inicialmente, se imagina um plano dividido ao meio onde uma parte terá a cor preta e a outra parte, branca. Esse momento representaria o surgimento da separação entre o rural e o urbano, no qual se contrastam as duas partes e há uma delimitação clara. Aos poucos, a fronteira entre as duas cores começa a se esvaír, o preto entra no branco e vice-versa. Ao fim, obtém-se não mais duas metades, mas um gradiente que vai do branco para o preto, atravessando diversos tons de cinza. Essa é uma representação do que se chama *continuum* rural-urbano.

Segundo Wanderley (2001), o conceito de *continuum* rural-urbano é geralmente usado em duas vertentes. A primeira delas apresenta uma visão urbano-centrada, na qual o polo urbano é visto como a fonte de progresso e desenvolvimento e o polo rural é visto como atrasado e que tende a absorver as características urbanas de forma unidirecional. Nesse modelo, os dois extremos tendem a se homogeneizar social e especialmente de forma que o meio rural se torna urbanizado, pondo fim a realidade rural (WANDERLEY, 2001).

Entretanto, em contraponto a essa visão, o meio rural mantém particularidades históricas, sociais, culturais e ecológicas que definem uma realidade própria desse meio e que não são anuladas por características urbanas. A segunda vertente trata do *continuum* rural-urbano como uma relação que aproxima os dois pólos sem, contanto, dissolver suas particularidades. Mesmo com um aumento das semelhanças entre os dois extremos e com um *continuum* como transição, há uma troca de características bidirecional, ou seja, tanto o urbano apresenta aspectos de ruralidade quanto o rural apresenta urbanidades. Dessa forma, não é determinado o fim do espaço rural, mas a existência de dois espaços, cada qual com suas peculiaridades, mas que estão em um intenso e constante processo de troca e de mudanças nas suas interações (WANDERLEY, 2001).

Segundo Miranda (2008), as áreas urbanas e rurais apresentam uma interdependência e complementaridade em aspectos econômicos, sociais, ambientais, culturais, de infraestrutura, serviços e equipamentos. Portanto, sendo o desenvolvimento local resultado da valorização do potencial do município como um todo, o desenvolvimento urbano não deve supor o fim do rural e para que o urbano se desenvolva, também deve ser desenvolvido o rural. Quanto maior for a capacidade do município de incorporar e potencializar as atividades rurais em seu planejamento, mais abrangente será seu desenvolvimento (MIRANDA, 2008; WANDERLEY, 2001).

Visualmente, há uma certa dificuldade de se definir onde termina o urbano e começa o rural, entretanto, para a gestão municipal o perímetro urbano deve ser delimitado, tendo em vista que a aplicação de diversas políticas públicas e legislações é vinculada ao perímetro urbano, além de realizações de pesquisas populacionais e estatísticas. O que o município define formalmente como rural e urbano é apresentado no seu Plano Diretor. O Plano Diretor é o principal instrumento para ordenamento territorial da cidade e é elaborado por uma equipe de técnicos e submetido à aprovação da Câmara Municipal. Dessa forma, supõe-se que critérios políticos são decisivos na delimitação do que é urbano e rural (SIQUEIRA; OSÓRIO, 2001).

Sendo uma definição que por vezes é feita de forma arbitrária (MIRANDA, 2008), a expansão ou redefinição do perímetro urbano pode acarretar impactos aos moradores de regiões limítrofes. Principalmente se considerarmos a população rural que depende do uso da terra e da atividade agrícola.

Historicamente, o meio rural é fortemente ligado à agropecuária. Segundo Solari (1979), “a sociedade rural é essencialmente a sociedade na qual os indivíduos ativamente ocupados trabalham em atividades agrícolas, no sentido amplo, ou seja, na exploração e no cultivo das plantas e dos animais”. Já Ferreira (2002) afirma que, no Brasil, a agricultura é que define o espaço rural. Economicamente, o meio rural e grande parte dos seus habitantes dependem da atividade agrícola e do seu desenvolvimento.

A agricultura tem sido a atividade humana mais prejudicada pela expansão urbana. Por ser um processo que amplia oportunidades de mercado e incentiva a procura por solo disponível, a urbanização cria pressões ou estímulos que geram uma fuga do meio rural - e da atividade agrícola - para o urbano (DELGADO, 2010). Segundo Lopez (1988), um dos efeitos da especulação na expansão urbana sobre a agricultura é a “síndrome da impermanência”, que faz com que os agricultores relutem

em investir em novas tecnologias e na sua propriedade devido à possibilidade iminente de venda da terra por um “bom preço”. Além disso, as alterações ambientais causadas pela expansão urbana, podem acarretar em impactos diretos na produção agrícola de áreas próximas.

Segundo Firman (2000), a conversão de terras rurais em urbanas apresentam consequências diretas e indiretas. Os impactos diretos são a redução de áreas de produção agrícola, redução de empregos no setor agrícola, redução de investimento em infraestrutura de irrigação, destruição de paisagens naturais e exploração excessiva de água subterrânea. Como impacto indireto tem-se o fluxo de pessoas das áreas urbanas para as franjas urbanas.

Outro fator que pode gerar pressões nas pequenas propriedades agrícolas em áreas periurbanas é a difusão de grandes empreendimentos habitacionais nas periferias das cidades. Condomínios horizontais fechados criados para a parcela mais rica da população e loteamentos para habitação de interesse social ocupam grandes glebas em áreas limítrofes da cidade e comumente configuram uma tipologia dispersa de habitação. Várias cidades brasileiras têm incorporado esse tipo de empreendimento que vêm se expandindo sobre áreas que antes tinham caráter rural.

#### **3.4. Aplicação de sensoriamento remoto ao planejamento urbano**

O sensoriamento remoto é uma das geotecnologias que mais tem se popularizado na atualidade. Ferramentas livres como o Google Earth e o acesso livre e irrestrito a grandes bases de dados de imagens de satélite, aproximaram o sensoriamento remoto de várias áreas do conhecimento humano.

De forma mais abrangente, sensoriamento remoto pode ser entendido como técnicas de obtenção de informações de um alvo sem que haja contato físico com o mesmo (ROSA, 2013). Já segundo Slater (1980, *apud* ALMEIDA 2010), o sensoriamento remoto é um conjunto de atividades para obtenção de informações sobre a Terra por meio de sensores, os quais coletam radiação eletromagnética emitida ou refletida por um alvo e convertem-na em sinal para ser processado e imagens serem geradas.

Geoprocessamento pode ser entendido como tecnologias destinada a tratamento de informações espaciais, como processamento de imagens, cartografia digital e sistemas de informação geográfica (ROSA, 2013). A evolução do

Geoprocessamento está intimamente relacionada à evolução das técnicas de sensoriamento remoto.

Atualmente, as tecnologias disponíveis de geoprocessamento podem ser instrumentos de muita utilidade para a gestão pública. Para uma gestão e planejamento eficientes das cidades, é fundamental que se conheça características físicas e geográficas do território. As informações obtidas através do uso de geotecnologias podem auxiliar no desenvolvimento de políticas socioeconômicas e ambientais, sendo muito úteis no controle do uso e ocupação do solo, mapeamento urbano, monitoramento do crescimento urbano, definição de zonas de risco (SILVA et al., 2015), computação de áreas vegetadas, assim como acompanhamento de degradação de vegetação nativa e impermeabilização do solo, mapeamento de corpos d'água, verificação de temperatura e condições climáticas do ambiente, dentre várias outras funções.

Por se tratar de ambientes muito complexos, as cidades devem dispor de formas eficientes de análise e gestão das informações urbanas para um planejamento adequado. A aplicação de técnicas GIS é importante no planejamento por integrar informações e compor variáveis de forma sistemática, propondo possíveis cenários de acordo com diferentes visões e valores (SANTANA, 2013).

Atualmente, estão disponíveis para pesquisa, imagens de diversos sistemas de sensoriamento remoto que podem ser utilizadas para a coleta de informações de acordo com as características que mais se adequem à proposta da pesquisa.

A série de satélites *Landsat* tem capturado imagens da superfície terrestre por mais de 40 anos, compondo o maior registro temporal de observações do planeta. Os dados *Landsat* apresentam média resolução espacial (30 metros) que permitem análises de escala local a global. Atualmente, se encontram em órbita os satélites *Landsat 7* e *8*. O *Landsat 7* está em operação desde abril de 1999 e o *Landsat 8* foi lançado em fevereiro de 2013. Cada um deles apresenta um ciclo de repetição de 16 dias. Combinando as imagens dos dois satélites, é possível se obter capturas de qualquer ponto do planeta a cada 8 dias ou menos (ROY et al., 2014). As imagens *Landsat* são disponibilizadas gratuitamente pelo site da *United States Geological Survey* – USGS e são uma alternativa interessante para análises temporais de dinâmicas territoriais.

Recentemente, no Brasil, o Ministério do Meio Ambiente lançou o Programa de Regularização Ambiental (instituído pelo Decreto Presidencial 7.830), que tem como

principal objetivo mapear regularizar propriedades rurais com relação a questões ambientais, apoiando a ocupação sustentável de áreas rurais. Para isso, o programa disponibilizou, para pesquisadores e gestores públicos, imagens obtidas pelo satélite *RapidEye*, na intenção de obter informações que sejam úteis ao desenvolvimento do Programa de Regularização Ambiental (MMA, [201-]). As imagens *RapidEye* apresentam uma alta resolução espacial e, por estarem disponíveis gratuitamente, surgem como uma alternativa interessante tanto para pesquisadores, quanto para gestores que desejem aplicar esse instrumento ao planejamento urbano.

A constelação de satélites *RapidEye* é composta por cinco satélites que são capazes de capturar mais de 6 milhões de quilômetros quadrados de dados por dia. As imagens *RapidEye* apresentam resolução espacial de 5 metros com faixa de abrangência de 77km de largura e comprimento que varia entre 50 e 300km (ANTUNES, 2013; PLANET LABS INC., 2017).

O *RapidEye* foi o primeiro satélite de alta resolução a apresentar, em 2009, o espectro *red edge*, também chamado de vermelho limítrofe. Assim, as imagens apresentam cinco bandas: azul (440-510 nm), verde (520-590 nm), vermelho (630-690 nm), *red edge* (690-730 nm) e infravermelho próximo (760-880 nm). O termo "red edge" refere-se ao aumento abrupto da reflexão causado pela vegetação dentro do espectro eletromagnético de 680-740 nm. Esse efeito é fortemente relacionado à presença de clorofila e o *Normalized Difference Red Edge Index* (NDRE) é o seu índice correspondente (SCHUSTER et al., 2012). Algumas pesquisas mostram que, se comparado a outros índices de vegetação, o NDRE se mostra mais eficiente e preciso na identificação e classificação de áreas vegetadas e pode ser adotado como um bom substituto aos índices mais utilizados, como o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) (ETIEL et al., 2010; SCHELLING, 2010; SCHUSTER et al., 2012; FINAZZI, 2012; USTUNER et al., 2014).

Para imagens provenientes de outros sistemas de satélite, são comumente usados como índices de vegetação o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) e *Enhanced Vegetation Index* (EVI). Embora sejam índices que apresentam respostas semelhantes, a maioria dos estudos sobre identificação e classificação de plantações hoje se utiliza do EVI, por apresentar correções atmosféricas incorporadas ao seu cálculo e alta sensibilidade sobre áreas de alta biomassa (WARDLOW; EGBERT, 2009).

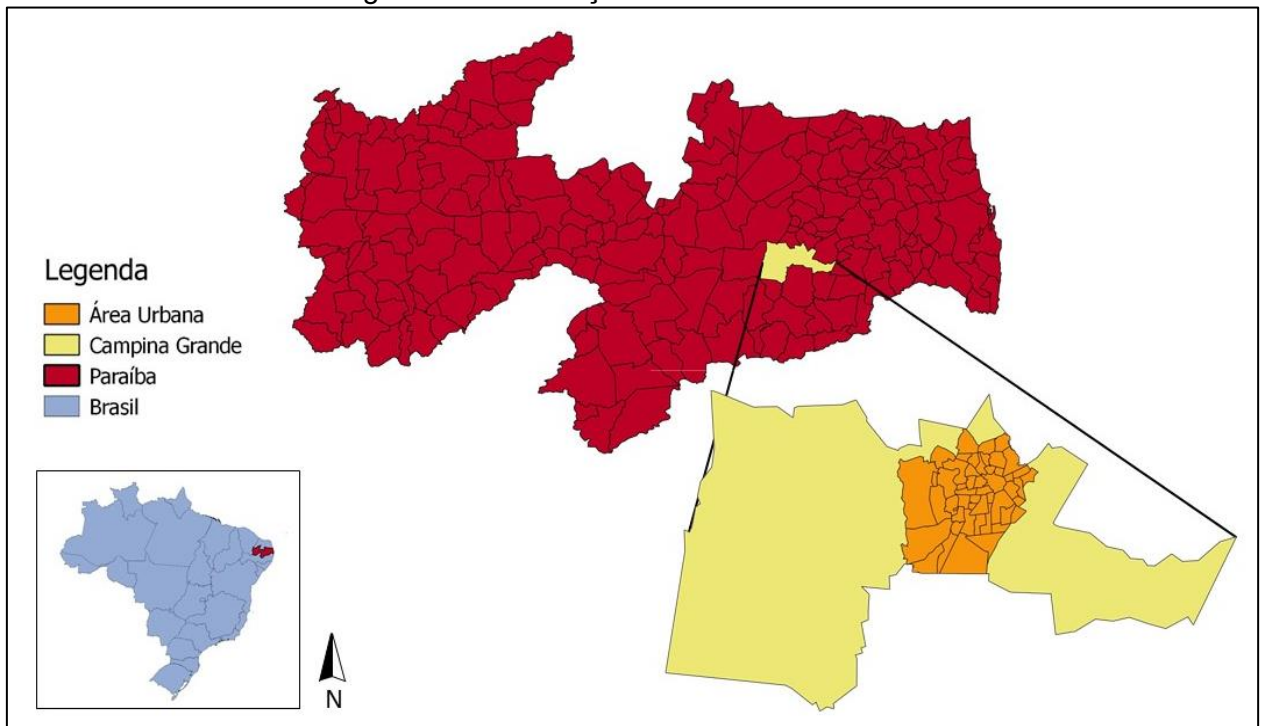
## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Caracterização da área de estudo

Campina Grande é a segunda maior cidade do Estado da Paraíba, localizando-se a cerca de 120 km da capital, João Pessoa. O município está situado na Região Geográfica da Borborema, Mesorregião do Agreste Paraibano e Microrregião de Campina Grande (PMSB, 2014).

A área urbana de Campina Grande compreende 96 km<sup>2</sup> e sua zona rural, 525 km<sup>2</sup>, totalizando 621 km<sup>2</sup>, compostos por sede e três distritos (Catolé de Boa Vista, São José da Mata e Galante) (PMSB, 2014). O município é representado geograficamente pela Figura 1.

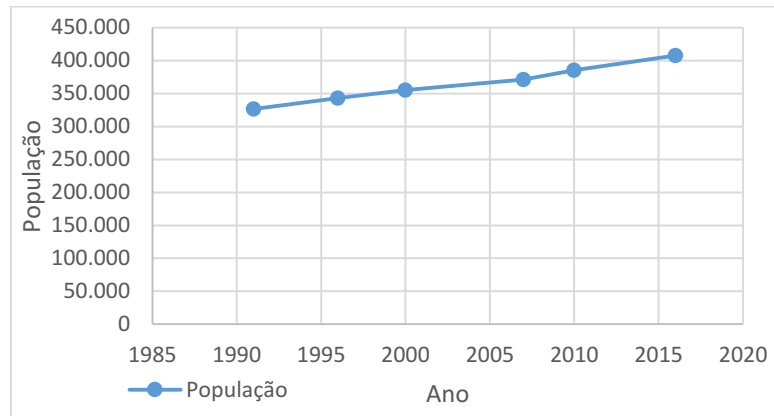
Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: elaborada pela autora.

Segundo dados do Censo Demográfico, em 2010, Campina Grande tinha uma população de 385.213 habitantes (IBGE, 2010). Levando-se em consideração dados históricos, percebe-se que há uma tendência a um crescimento linear da população do município, como representa o gráfico de população de Campina Grande (Figura 2).

Figura 2 – Gráfico de população de Campina Grande



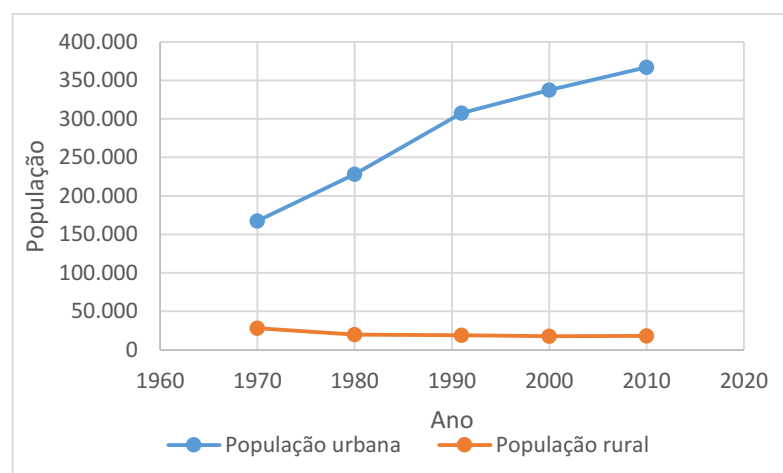
Fonte: adaptado de IBGE: Censo Demográfico 1991, Contagem Populacional 1996, Censo Demográfico 2000, Contagem Populacional 2007 e Censo Demográfico 2010.

De acordo com IBGE (2016), estima-se que em 2016 a população tenha atingido 407.754 habitantes, representando um incremento de, aproximadamente, 5,85% em relação ao ano de 2010.

Ainda segundo o Censo Demográfico, em 2010, 367.209 pessoas estavam vivendo em domicílios urbanos e 27.018 pessoas viviam em domicílios localizados na área rural de Campina Grande (IBGE, 2010).

Ao analisar a população urbana e rural ao longo do tempo (Figura 3), percebe-se que a primeira cresce rapidamente, até o ano de 1991, quando começa a apresentar uma redução na taxa de crescimento. Já a população rural apresenta uma tendência descendente com pequeno crescimento no ano de 2010, em relação ao Censo anterior.

Figura 3 – Gráfico de população rural e urbana de Campina Grande

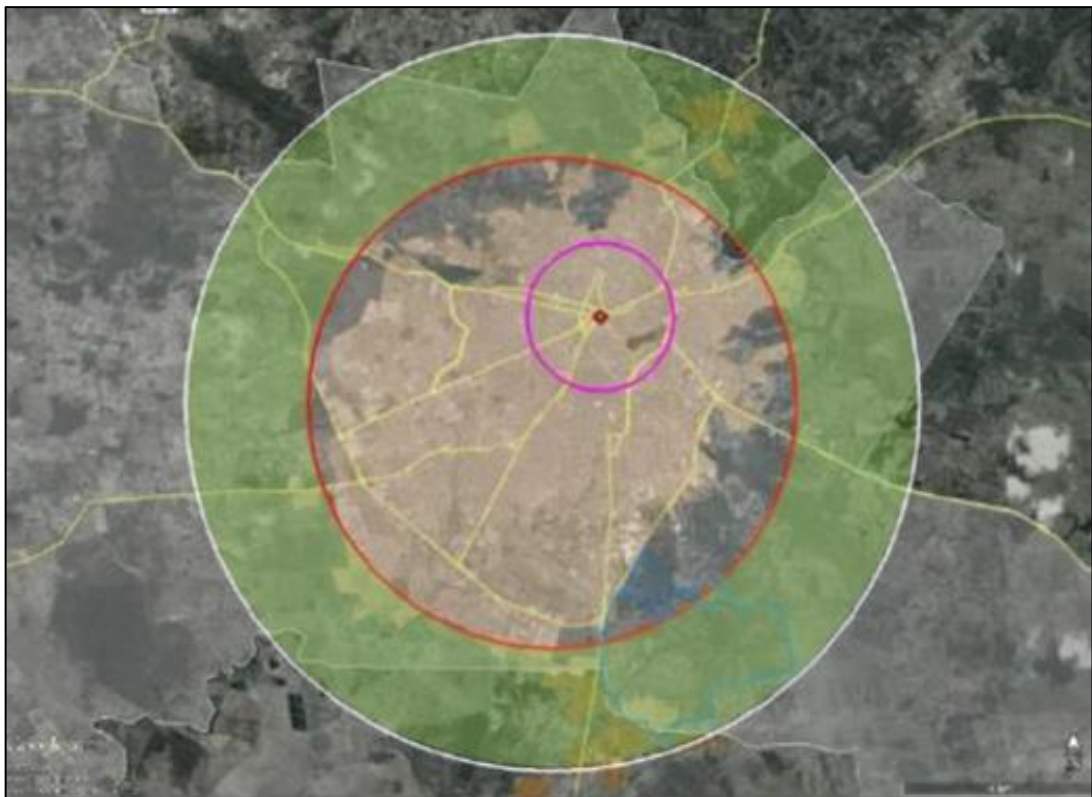


Fonte: adaptado de MAIA (2010) e IBGE (2010).

A mancha urbana de Campina Grande apresenta forma irregular, com uma área de, aproximadamente, 7.000 hectares (MACROPLAN, 2015). Seu desenho pode ser representado esquematicamente por círculos, como os apresentados na Figura 4.

O círculo rosa representa a área central da cidade. É nessa área onde estão concentradas a maior parte das atividades comerciais e se configura como uma região diversificada em atividades e tipologia de edificações. Grande parte do patrimônio cultural material da cidade está presente nessa área. O círculo vermelho é delimitado de forma a envolver a área urbanizada. O terceiro – e maior – círculo delimita o entorno periurbano, ou a área de transição rural-urbana do município. O raio deste foi definido como sendo de 7,5 km, de forma a abranger alguns aglomerados urbanos isolados, condomínios e áreas que costumam ser cogitadas para expansão urbana. A área em verde, compreendida entre os dois maiores círculos, representa a região periurbana. É nela que ocorre a interação entre as dinâmicas rurais e urbanas e é ela que sofrerá maiores modificações com a expansão da cidade (MACROPLAN, 2015).

Figura 4 – Delimitação de área central, urbana e periurbana de Campina Grande

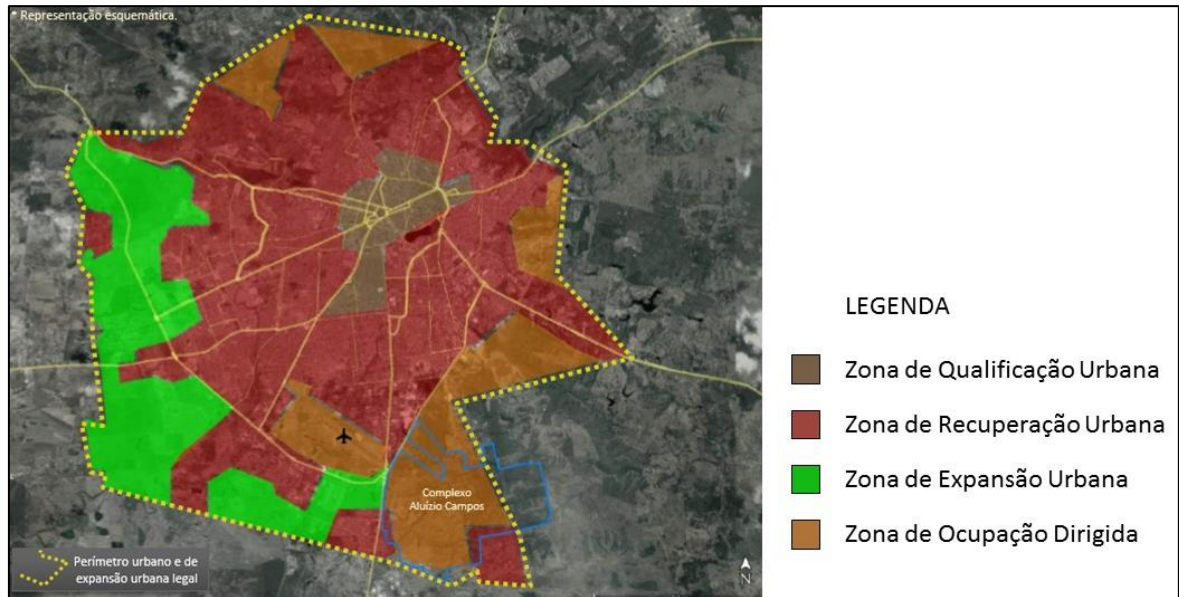


Fonte: MACROPLAN (2015).



O Plano Diretor de Campina Grande, de 2006, estabelece um zoneamento da cidade, representado pela Figura 5.

Figura 5 – Macrozoneamento de Campina Grande

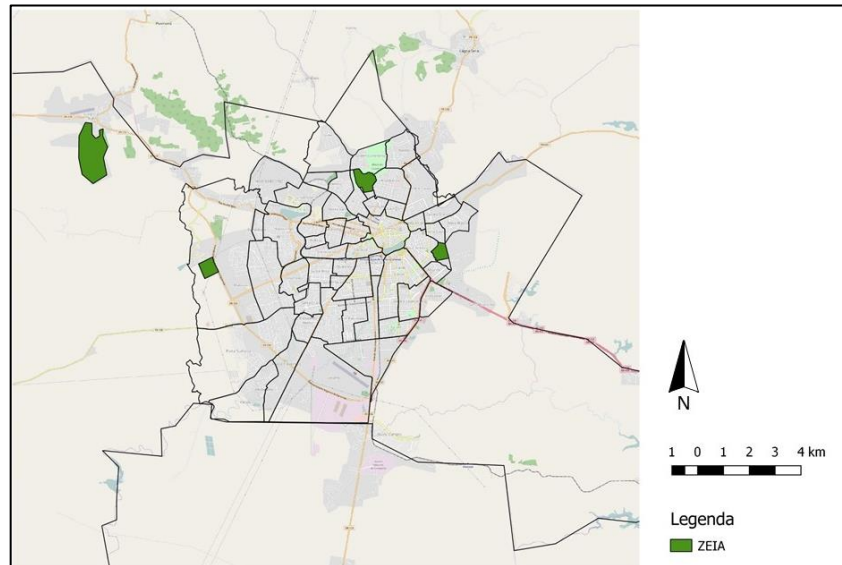


Fonte: MACROPLAN (2015).

Segundo o Plano Diretor, a Zona de Qualificação Urbana é caracterizada por usos múltiplos, apresentando infraestrutura consolidada e condições propícias à intensificação do uso e ocupação do solo. A Zona de Recuperação Urbana é caracterizada por uso predominantemente residencial e carência de infraestrutura e equipamentos públicos. A Zona de Expansão Urbana é aquela destinada ao crescimento da cidade e a Zona de Ocupação Dirigida é onde o uso e a ocupação do solo são restritos devido a inexistência de condições físicas favoráveis, equipamentos urbanos ou infraestrutura instalada (PMCG, 2006).

Além disso, o Plano Diretor estabelece Zonas Especiais de Preservação (ZEPs), que visam a preservação, manutenção ou recuperação de patrimônio histórico, cultural, paisagístico e ambiental do município. Dentre as ZEPs, estão as Zonas Especiais de Interesse Ambiental (ZEIA), que são áreas destinadas à preservação de paisagens naturais e áreas ambientalmente frágeis. A ocupação dessas áreas é restrita e qualquer transformação urbanística nelas deve ser submetida à autorização de órgão competente (PMCG, 2006). A Figura 6 mostra o mapeamento das ZEIAs em Campina Grande.

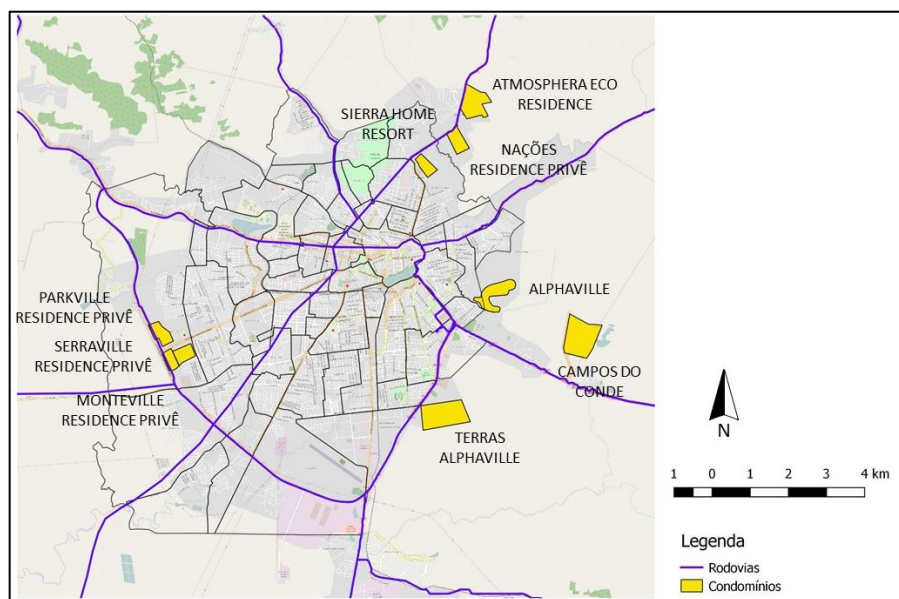
Figura 6 – Localização das ZEIAs



Fonte: adaptado de PMCG (2006).

Nos últimos anos, a cidade de Campina Grande tem apresentado um tipo de expansão que se caracteriza pela ocupação das áreas periféricas da cidade. Impulsionada pelos grandes empreendimentos habitacionais de alto padrão e por conjuntos habitacionais, a ocupação de áreas periurbanas está moldando os limites da cidade. A Figura 7 mostra a distribuição dos principais condomínios e loteamentos fechados de Campina Grande.

Figura 7 – Localização dos principais condomínios fechados de Campina Grande



Fonte: adaptado de COSTA (2013).

É possível perceber um padrão de ocupação entre esses empreendimentos. Além de predominarem nas periferias urbanas, os condomínios fechados apresentam localização estratégica com relação a rodovias. Isso mostra que, apesar de estarem afastados de áreas urbanas centrais, há uma priorização da acessibilidade, por meio de automóveis, a esses locais.

Atualmente, o município de Campina Grande passa por um processo de redefinição do seu perímetro urbano. É planejada a expansão do limite urbano na direção oeste da cidade, de forma que o perímetro urbano se aproxime do distrito de São José da Mata. Entretanto, essa redefinição, atualmente, ainda passa por um processo de discussão, avaliação de possibilidades e consulta pública.

#### **4.2. Coleta de dados**

A primeira fase da pesquisa é realizada através de coleta de dados que são relevantes para o desenvolvimento dos resultados. Primeiramente, adquire-se os valores de projeção populacional para o município de Campina Grande disponíveis no Plano Municipal de Saneamento Básico, produzido no ano de 2014. O segundo conjunto de dados adquiridos refere-se à quantificação de áreas livres e edificadas inseridas no perímetro urbano do município, através de mapeamento. Na terceira fase da coleta de dados, foram levantadas informações sobre a produção agrícola do município, através de relatórios desenvolvidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

##### **4.2.1. Projeção de crescimento populacional**

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Campina Grande (PMSB), realizado em 2014, propõe uma projeção populacional para um período de 20 anos (2015 – 2034) para o município de Campina Grande. Para isso, é utilizado o método de projeção populacional *AiBi* para definir crescimento populacional por regiões da cidade. Esse método foi inicialmente proposto por Pickard (1959) e, posteriormente, introduzido por Madeira e Simões (1972) com a atual denominação.

O método de projeção *AiBi*, baseia-se na estimativa da população de um conjunto de áreas menores que formam uma área maior, cuja população é conhecida no período de projeção. Para a projeção populacional da área maior, o PMSB utilizou a projeção por sexo e idade do estado da Paraíba, realizada pelo IBGE, em 2013. Neste sentido, esta faixa foi estendida até o horizonte de 2034 através de uma

regressão linear das taxas de crescimento da Paraíba entre os anos 2010 e 2030 (PMSB, 2014).

Para a projeção, o município é dividido em 6 regiões, sendo 5 delas inseridas na área urbana. Cada região é composta por um agrupamento de bairros que apresentam similaridades e poderão apresentar um crescimento populacional semelhante. Essa divisão da cidade, proposta pelo PMSB, será utilizada ao longo do trabalho para produção e análise dos resultados.

Os bairros que compõem cada região são descritos na Tabela 1.

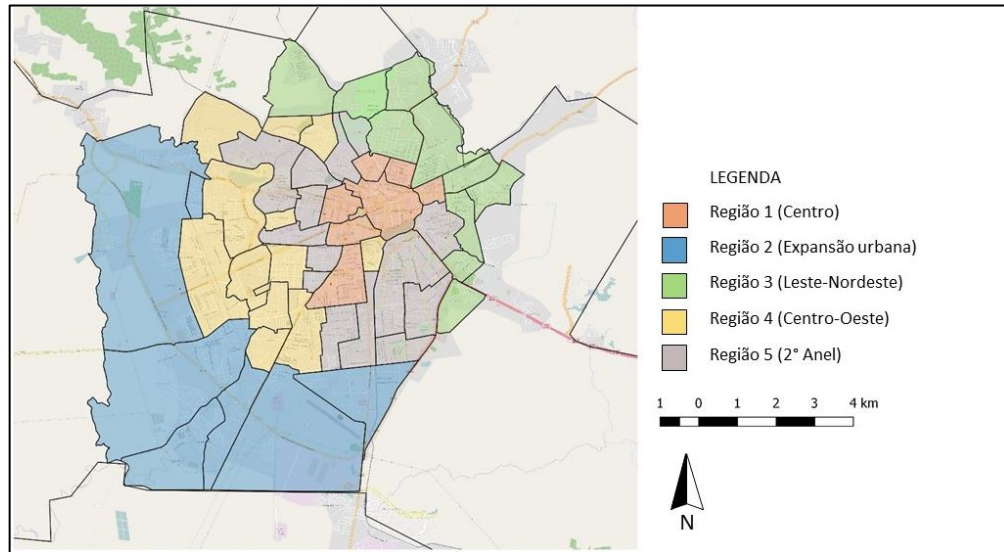
Tabela 1 – Divisão de regiões usadas para projeção populacional

Região	Referência	Bairros
1	Centro	Centro, São José, Prata, Conceição, Lauritzen, Santo Antônio, Liberdade
2	Expansão Urbana	Distrito Industrial, Acácio Figueiredo, Cidades, Ramadinha, Serrotão, Velame
3	Leste-Nordeste	Jardim Tavares, Alto Branco, Castelo Branco, Monte Castelo, Jardim Continental, Cuités, Nações, Nova Brasília, Mirante, Vila Cabral
4	Centro-Oeste	Cruzeiro, Santa Rosa, Araxá, Estação Velha, Jeremias, Presidente Médici, Santa Cruz, Dinamérica, Pedregal, Malvinas, Bodocongó, Novo Bodocongó
5	2° Anel Central	Palmeira, José Pinheiro, Catolé, Quarenta, Centenário, Bela Vista, Monte Santo, Sandra Cavalcanti, Tambor, Jardim Paulistano, Universitário, Louzeiro, Itararé
6	Distritos	Católé, Galante, São José da Mata

Fonte: PMSB (2014).

As regiões definidas na Tabela 1 são representadas espacialmente no mapa da Figura 8.

Figura 8 – Mapa com regiões de estudo do PMSB



Fonte: adaptado de PMSB (2014).

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos pelo PMSB para projeção populacional de Campina Grande entre os anos de 2014 e 2034, com a divisão da cidade em regiões e em área urbana e rural.

Tabela 2 - Projeção populacional

Ano	Campina Grande	Urbano	Rural	Região 1 (Centro)	Região 2 (Expansão Urbana)	Região 3 (Leste-Nordeste)	Região 4 (Centro-Oeste)	Região 5 (2º Anel)	Região 6 (Distritos)
2014	402219	383955	18264	40877	49072	48095	127113	105346	13452
2015	404858	386607	18251	40725	49815	48605	127863	105884	13715
2016	407394	389161	18233	40578	50531	49095	128585	106402	13970
2017	409830	391620	18210	40437	51221	49567	129281	106900	14214
2018	412169	393987	18182	40302	51884	50022	129950	107380	14449
2019	414414	396265	18149	40171	52523	50460	130595	107842	14674
2020	416567	398455	18112	40045	53137	50880	131214	108286	14893
2021	418630	400560	18070	39925	53727	51284	131810	108713	15101
2022	420602	402578	18024	39809	54293	51672	132380	109122	15302
2023	422482	404508	17974	39698	54834	52043	132926	109513	15494
2024	424269	406349	17920	39592	55350	52396	133447	109886	15678
2025	425961	408100	17861	39492	55841	52733	133942	110241	15851
2026	427561	409762	17799	39397	56307	53052	134412	110578	16016
2027	429068	411335	17733	39306	56748	53354	134857	110897	16173
2028	430480	412818	17662	39221	57164	53639	135277	111198	16319
2029	431799	414211	17588	39141	57554	53906	135671	111480	16459
2030	433028	415517	17511	39066	57920	54157	136040	111745	16589
2031	434172	416742	17430	38996	58264	54392	136387	111994	16709
2032	435232	417886	17346	38931	58584	54612	136710	112225	16824
2033	436209	418950	17259	38870	58883	54816	137011	112441	16929
2034	437106	419937	17169	38813	59159	55006	137290	112641	17028

Fonte: PMSB (2014).

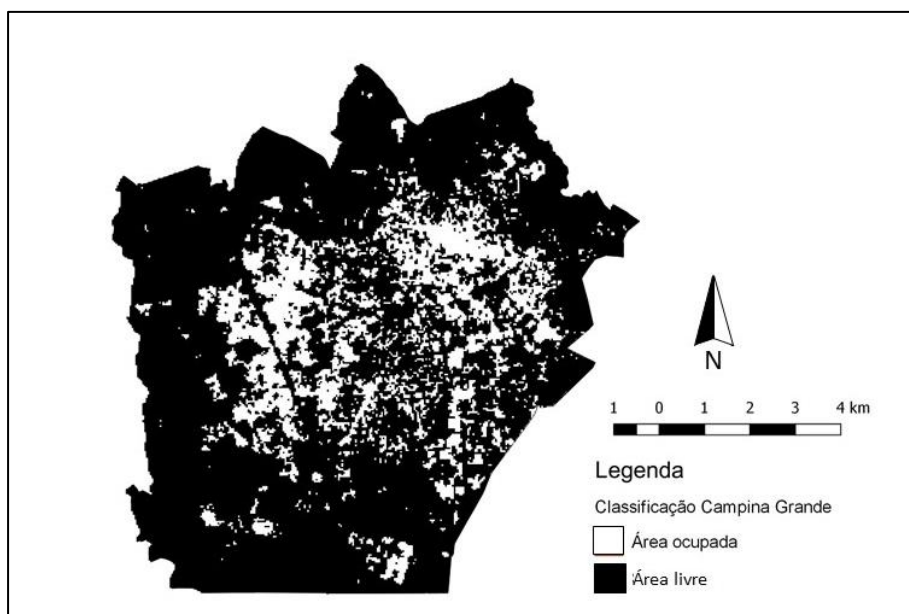
#### 4.2.2. Área construída do Global Human Settlement Layer

A segunda fase de coleta de dados se refere a informações sobre área construída e espaços livres na cidade de Campina Grande. Neste momento, obtém-se um mapeamento de área construída da cidade através do *Global Human Settlement Layer* (GHSL). O GHSL é um projeto apoiado e mantido pelo *Joint Research Centre*, afiliado à *European Commission*, e tem como objetivo principal a produção de novas informações espaciais e conhecimento relacionado à presença humana na Terra. Dessa forma, o GHSL apresenta mapeamentos atualizados que representam a distribuição de área construída e população em uma escala global (GHSL, 2017; SILVA JÚNIOR e BARROS FILHO, 2016).

A presente pesquisa se utiliza apenas das informações espaciais referentes a área construída, assim, de forma aproximada, é possível identificar as áreas vazias na cidade como sendo aquelas que não são edificadas. Esse mapeamento foi feito pelo GHSL a partir de coleções de imagens *Landsat* para o ano de 2014 e apresenta uma resolução espacial de aproximadamente 38 metros.

A cena em que se encontra Campina Grande pode, então, ser selecionada e sua área urbana, recortada, como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Mapa GHSL para área construída em Campina Grande



Fonte: PESARESI et al. (2015).



A imagem do GHSL serve como base para o mapeamento de vazios urbanos e áreas ocupadas proposto pelo presente trabalho. Ao final, é possível fazer uma comparação entre as duas informações para avaliar a precisão do mapeamento produzido.

#### 4.2.3. Produção agrícola municipal

Para a avaliação da produção agrícola no município de Campina Grande, são levantados valores de área plantada para as culturas existentes na região. Dessa forma, é possível verificar se há uma tendência à redução, expansão ou manutenção da produção.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) dispõe de um banco de dados sobre produção agrícola municipal, no qual há informações catalogadas referentes a todos os municípios brasileiros de 2004 a 2015.

A Tabela 3 mostra os valores de área plantada, para lavouras temporárias e permanentes, em Campina Grande ao longo de 12 anos.

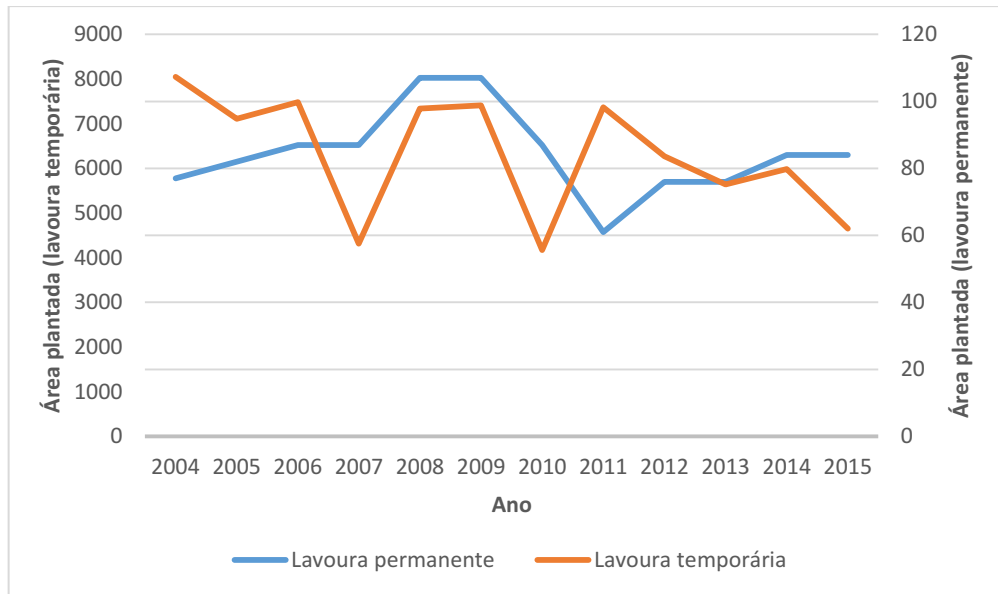
Tabela 3 – Área plantada em Campina Grande, em hectares

Ano	Lavoura permanente	Lavoura temporária
2004	77	8050
2005	82	7110
2006	87	7480
2007	87	4317
2008	107	7340
2009	107	7410
2010	87	4170
2011	61	7370
2012	76	6270
2013	76	5640
2014	84	5982
2015	84	4654

Fonte: elaborada pela autora a partir de IBGE (2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010, 2009, 2008, 2007, 2006, 2005).

A Figura 10 apresenta os valores de área plantada para lavoura permanente e lavoura temporária, graficamente.

Figura 10 – Gráfico de produção agrícola entre 2004 e 2015 por área plantada, em hectares



Fonte: elaborada pela autora a partir de IBGE (2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010, 2009, 2008, 2007, 2006, 2005).

Com a apresentação de duas escalas diferentes, é possível comparar a tendência que cada tipo de lavoura tem apresentado ao longo dos anos analisados. Percebe-se que ambos os tipos de lavoura apresentam uma tendência ao decréscimo.

#### 4.3. Mapeamento de vazios urbanos e áreas agrícolas

O presente trabalho busca fazer uma análise integrada entre vazios urbanos e áreas agrícolas localizadas nas áreas de transição rural-urbano. Para tal propósito, realiza-se um mapeamento dos vazios urbanos e das áreas que apresentam produção agrícola. Esse mapeamento apresenta uma abordagem com o uso simultâneo de dois tipos de imagem: de alta resolução e de média resolução espacial.

As imagens de alta resolução espacial serão utilizadas para a observação e classificação de áreas urbanas, tendo em vista que regiões urbanas apresentam uma composição heterogênea e complexa, com pequenos alvos para observação. Já as imagens de média resolução espacial são utilizadas para a classificação das áreas agrícolas e rurais que, geralmente, são mais homogêneas e seus objetos superam o tamanho do pixel.



#### 4.3.1. Caracterização de vazios urbanos

Nesta abordagem, considera-se “vazios urbanos” os espaços na cidade que ainda podem absorver a crescente população, ou seja, áreas desocupadas e passíveis de ocupação. Diferente do mapa do GHSL, o novo mapeamento produzido, não pretende identificar apenas espaços não edificadas, mas espaços que ainda podem ser ocupados na cidade, tendo em vista que alguns espaços não edificadas - como corpos d’água e praças – não podem ser considerados “vazios”.

Para este procedimento, são utilizadas duas imagens do satélite *RapidEye*. Estas foram obtidas através do site GeoCatálogo MMA, mantido pelo Ministério do Meio Ambiente brasileiro. A Tabela 4 apresenta as características das imagens utilizadas.

Tabela 4 – Dados técnicos das imagens *RapidEye*

Data da imagem	30/06/2014	14/03/2015
Horário de aquisição	13:42:38	13:40:34
Latitude do centro da cena	-7.264150°	-7.264150°
Longitude do centro da cena	-35.93385°	-35.93385°
Zona UTM	25S	
Resolução	5m	
Ângulo de elevação	57.71619°	76.11681°
Número de bandas	5	

Fonte: adaptado de PlanetLabs (2017).

As duas imagens *RapidEye* são processadas para apresentar valores de *Enhanced Vegetation Index* (EVI), com o uso do software R, através da interface RStudio.

O R é uma plataforma grátis e seu código fonte está disponível para qualquer usuário e pode ser alterado para se adequar a necessidades específicas. É um ambiente usado para desenvolvimento integrado de computação estatística e gráficos de alta qualidade e se torna interessante para a pesquisa, pois é capaz de processar um grande número de imagens em pouco tempo, se comparado a outros softwares, como o MatLab (BABU, 2016).

Se faz necessária a exclusão de nuvens das cenas, tendo em vista que as mesmas podem gerar imprecisões e dificuldade de análise. As nuvens e suas sombras, em geral, respondem com baixos valores de EVI. Com base nisso, ainda utilizando o R, as duas imagens RapidEye são processadas para se tornarem uma só, com valores máximos de EVI para cada pixel. Com a fusão das duas imagens a partir dos valores máximos de cada pixel, as nuvens são retiradas da cena.

A partir de observações de campo e das imagens de satélite, são escolhidos treze pontos que representam vazios urbanos e cinco pontos correspondentes a áreas ocupadas inseridas no perímetro urbano, sendo elas o Parque do Povo, a pista do aeroporto, um lote ocupado, o condomínio Dalas Park e o Açude Velho. Esses pontos são tomados como amostra para se obter valores de EVI que possam caracterizar áreas ocupadas (compreendendo áreas urbanizadas e água), áreas de solo exposto e vegetação. A Tabela 5 apresenta os valores de EVI obtidos para cada ponto. Os pontos de vegetação estão indicados.

Avaliando os valores de EVI correspondentes aos pontos escolhidos, determina-se como “área ocupada” todo pixel que responde com valores de EVI abaixo de 0,18. Determina-se como “solo exposto”, todo pixel com valor entre 0,18 e 0,40 e como “vegetação”, todo pixel com valor de EVI entre 0,40 e 0,999.

Tabela 5 – Valores de EVI para pontos de interesse

Pontos	EVI
P1	0,12
P2	0,32
P3	0,16
P4 (vegetação)	0,65
P5	0,34
P6 (vegetação)	0,68
P7	0,47
P8 (vegetação)	0,6
P9	0,28
P10 (vegetação)	0,49
P11	0,21
P12	0,23
P13	0,12
Parque do Povo	-0,04
Aeroporto	0,09
Lote	0,03
Dalas Park	0,032
Açude Velho	0,06

Fonte: elaborada pela autora.

#### 4.3.2. Caracterização de áreas agrícolas

Na fase de mapeamento de áreas agrícolas, faz-se necessário, inicialmente, a utilização das imagens *RapidEye*. As imagens são utilizadas para uma primeira observação das áreas que possivelmente são caracterizadas pela agricultura. Para isso, as imagens foram processadas, através do R, para apresentar valores de *Normalized Difference Red Edge Index* (NDRE).

A partir das imagens *RapidEye* com valores de NDRE, são identificados 11 pontos na área rural de Campina Grande que apresentaram características agrícolas, principalmente relacionadas à altos valores de NDRE e feições regulares. Além disso, identifica-se outros três pontos no município para serem tomados como valores de referência. Esses pontos são referentes à uma região de mata, uma de parque e uma de área urbanizada. Os pontos coletados são utilizados como amostra.

Ao analisar áreas agrícolas, é necessário levar em consideração que as mesmas apresentam uma sazonalidade. As imagens *RapidEye* permitem uma boa identificação visual das feições no terreno, mas a baixa resolução temporal dificulta a compreensão feições que tem características sazonais. Tendo isso em vista, fez-se necessário a análise de uma série temporal de imagens referente a um ano.

Para a análise, escolhe-se o ano de 2014. Devido à crise hídrica que afetou fortemente a produção agrícola na Paraíba nos últimos anos, o ano de 2014 se torna o mais adequado para a análise por ser recente e ter apresentado uma atividade agrícola mais regular do que os anos subsequentes, como mostra o gráfico de área plantada na Figura 10.

Para se obter uma série temporal de imagens, recorreu-se aos produtos dos satélites *Landsat 7* e *8*. Combinando as imagens provenientes dos dois satélites, é possível se obter imagens da mesma cena a cada 8 dias, aproximadamente. As imagens *Landsat* são adquiridas através do site da USGS (Serviço Geológico Americano) como produtos de *Enhanced Vegetation Index* (EVI). No total, são adquiridas 45 imagens, referentes ao ano de 2014. A coleção de imagens contém aproximadamente quatro imagens para cada mês.

Com o desenvolvimento de um script no software R para calcular a mediana dos valores de cada pixel por mês, as imagens de um mesmo mês são agregadas e transformadas em apenas uma. Segundo Flood (2013), o uso de “medidas de centro”, como a mediana, para a produção de composições de dados produz resultados mais

representativos. O autor afirma que esse tipo de técnica é mais robusta contra a geração de *outliers*, ou dados atípicos, se comparado com outras técnicas, como a média. Ao final, obtém-se 12 imagens, uma para cada mês do ano, com valores estatísticos da mediana de EVI.

Utilizando o software R, é desenvolvido um novo *script* para avaliar valores de EVI ao longo dos 12 meses analisados. Para essa avaliação, são tomados como base os pixels previamente selecionados como amostra na imagem *RapidEye*. A partir de análises feitas sobre os valores de EVI para esses pixels, é elaborado um método para identificação de áreas agrícolas que se utiliza de valores de máximo EVI e desvio padrão de EVI (ver Tópico 5.1).

Com o uso do R, processando as 12 imagens *Landsat*, são obtidas duas imagens: uma com valores máximos e outra com valores de desvio padrão de EVI para cada pixel da cena, assim como uma planilha com valores estatísticos para os pontos escolhidos como amostra. Esse processamento resulta nos valores de máximo e desvio padrão para EVI apresentados na Tabela 6.

Tomando como base os resultados apresentados na Tabela 6, classifica-se como áreas agrícolas as regiões com valor máximo de EVI maior ou igual a 0,55 e com desvio padrão maior ou igual a 0,11.

Tabela 6 – Valores de máximo e desvio padrão para EVI nos pontos de interesse

Pontos	Máximo EVI	Desvio Padrão EVI
P1	0,740106	0,09962
P2	0,673964	0,163286
P3	0,673503	0,064686
P4	0,718672	0,173247
P5	0,704932	0,110381
P6	0,711969	0,111848
P7	0,717837	0,198225
P8	0,581393	0,108444
P9	0,769563	0,160612
P10	0,794108	0,114879
P11	0,671039	0,044914
Mata	0,421399	0,067268
Parque	0,444599	0,031402
Urbanizado	0,117685	0,018409

Fonte: elaborada pela autora.

#### 4.3.3. Mapeamento final

De posse de valores de EVI capazes de caracterizar as áreas ocupadas, solo exposto e vegetação nas imagens *RapidEye* e dos valores de máximo e desvio padrão de EVI característicos de áreas agrícolas para as imagens *Landsat*, desenvolve-se um script para o R, classificando essas áreas.

Utilizando apenas a classificação da imagem *RapidEye*, as áreas agrícolas provavelmente seriam classificadas como vegetadas. Para diferenciar as áreas agrícolas das demais áreas vegetadas, o script foi desenvolvido de forma que a delimitação dos pontos de agricultura se sobreponham à imagem *RapidEye*. Dessa forma, o mapeamento final apresenta uma alta resolução, exceto pelas áreas agrícolas que são representadas com uma média resolução, característica das imagens *Landsat*.

#### 4.4. Simulação de ocupação da cidade

Com o mapeamento final, utiliza-se o software QGIS para quantificar os vazios urbanos da cidade, em área. Com esse valor, é feita uma comparação entre o mapeamento produzido e o disponibilizado pelo GHSL.

Inicialmente, é levantada a quantificação de áreas ocupadas e vazios urbanos da cidade. A denominação de áreas ocupadas engloba as regiões classificadas como ocupadas e as regiões de agricultura. Já os vazios urbanos, compreendem áreas de solo exposto e vegetação.

A classificação de áreas de vegetação como vazios urbanos leva em consideração que, frequentemente, regiões vazias ou esterilizadas são tomadas por vegetação natural. Entretanto, deve-se atentar para o fato de que algumas áreas ocupadas, como parques, praças e separadores viários, são vegetadas e não podem ser consideradas vazios. Devido a isso, é levado em consideração, para o cálculo de ocupação, a pesquisa realizada por Góis e Barros Filho (2015), que apresenta um levantamento de todos os espaços livres públicos de Campina Grande com suas respectivas áreas e localização. Para a presente pesquisa, foram considerados apenas os espaços livres públicos vegetados ou de solo exposto, ou seja, foram excluídas as áreas de açude, pois áreas com água já respondem como ocupadas na classificação por valores de EVI.

A Tabela 7 apresenta o levantamento dos espaços livres públicos por bairro, segundo Góis e Barros Filho (2015), excetuando-se os açudes da cidade e indicando em qual das regiões definidas pelo PMSB o item está inserido.

Tabela 7 – Levantamento de espaços livres públicos

Bairro	Área (m <sup>2</sup> )	Região
Centro	118746,4	1
Prata	2680,7	1
Conceição	2668,3	1
Liberdade	3787	1
São José	4337,1	1
Nova Brasília	4239	3
Castelo Branco	5642	3
Nações	1528,5	3
Mirante	5707,2	3
Santa Rosa	2527,6	4
Estação Velha	5804,3	4
Santa Cruz	4239	4
Presidente Médice	1042	4
Cruzeiro	7006,8	4
Jose Pinheiro	10493,6	5
Universitário	31900,7	5
Jardim Quarenta	1496,4	5
Monte Santo	112	5
Jardim Paulistano	2220,1	5
Sandra Cavalcante	1832	5
Monte Castelo	9000	5
Palmeira	462,7	5
Católé	53746,6	5
Tambor	732	5
Centenário	3782	5

Fonte: adaptado de Góis e Barros Filho (2015).

Para o cálculo de ocupação da cidade, também são consideradas as Zonas Especiais de Interesse Ambiental, que são áreas de ocupação restrita e, por isso, não são consideradas áreas passíveis de ocupação ou vazios urbanos, na presente pesquisa.

Com os valores de área para espaços livres públicos e ZEIAs, é possível subtraí-los da área de vazios urbanos e somá-los ao valor de área ocupada na cidade. Assim, se obtém a área desocupada ou área de vazios total e por região, dentro do perímetro urbano de Campina Grande.

A partir da quantificação dos vazios urbanos, é possível fazer uma projeção de ocupação da cidade que toma como referência o ano de 2034, nesse caso, o ano de projeção populacional do PMSB. O crescimento e o processo de ocupação de uma cidade são fenômenos complexos e muito difíceis de serem previstos. Utilizando simulações, é possível analisar o fenômeno de maneira simplificada para se obter uma projeção aproximada. Com a simulação em vários cenários, pode-se variar fatores determinantes e se obter uma maior abrangência de possibilidades. Por isso, são elaborados três possíveis cenários para o desenvolvimento da ocupação da área urbana de Campina Grande, tomando como base a divisão da cidade por regiões definidas no PMSB (2014).

#### 4.4.1. Primeiro cenário de ocupação

O primeiro cenário supõe que a população da cidade irá crescer, ocupando os vazios urbanos, de forma que a atual densidade de ocupação de cada região se mantenha constante. Esse cenário leva em consideração que cada região da cidade apresenta características próprias que irão influenciar a sua densidade. Esse fato é comprovado se levarmos em consideração a tipologia de habitação presente nas diferentes regiões da cidade. Enquanto as áreas mais centrais apresentam uma tendência maior à verticalização e, portanto, a um maior adensamento, as áreas mais periféricas se desenvolvem com tipologias habitacionais mais térreas. Além disso, percebe-se, nas áreas periféricas, uma tendência ao espraiamento, influenciado pela existência de condomínios fechados, tendência essa que não está presente nas regiões mais centrais da cidade.

Para o cálculo, primeiramente, as áreas vazias e ocupadas são quantificadas para cada região, em hectares. De posse da população de cada região para o ano de 2014, calcula-se a densidade de ocupação dessas regiões através da Equação 1.

$$d = \frac{P}{A_0} \quad (1)$$

Onde:

d = densidade de ocupação (hab/ha);

P = população atual da região;

A<sub>0</sub> = área ocupada da região (ha).

Considerando que a ocupação dos vazios ocorrerá de acordo com essa mesma densidade, aplica-se a Equação 2, para o cálculo do incremento populacional que cada região irá comportar.

$$I_p = d \times A_d \quad (2)$$

Onde:

$I_p$  = incremento populacional comportado pelas regiões;

$A_d$  = área de vazios urbanos da região (ha).

Somando o incremento populacional de cada região com a atual população, chega-se a um valor de população total comportada pela região, caso ela se desenvolva mantendo a mesma densidade.

Relacionando o valor obtido para população comportada de cada região com a tabela de projeção populacional do PMSB (Tabela 2), chega-se ao percentual de ocupação de cada região para o ano de 2034.

#### 4.4.2. Segundo cenário de ocupação

Campina Grande é uma cidade que apresenta uma densidade considerada baixa, apresentando valores que variam em torno de 100 habitantes por hectare (MACROPLAN, 2015).

A elaboração do segundo cenário busca avaliar a ocupação da cidade caso ela seja adensada. Tomando como base uma densidade considerada adequada para a otimização de recursos e infraestrutura da cidade, é feita uma avaliação de como cada região estará ocupada até o ano de 2034.

Para a definição de uma densidade “ótima”, as pesquisas desenvolvidas por Acioly e Davidson (1998), Zmitrowicz e De Angelis Neto (1997), Silva et al. (2016) e Mascaró e Mascaró (2001) foram tomadas como base. Estabeleceu-se uma densidade média de 300 habitantes/ha como sendo um valor adequado para a ocupação da cidade. Assim, tomando como base a área total de cada região e a densidade ótima de ocupação, aplica-se a Equação 3.

$$P = A_t \times d_o \quad (3)$$

Onde:

$P$  = população total comportada para cada região;

$A_t$  = Área total da região (ha);

$d_o$  = densidade adequada (hab/ha).



Relacionando o valor de população comportada por cada região com a Tabela 2, de projeção populacional, obtém-se o percentual de ocupação de cada região para o ano de 2034.

Subtraindo a população atual da população total comportada, chega-se ao valor de incremento populacional.

#### 4.4.3. Terceiro cenário de ocupação

O terceiro cenário considera uma ocupação adensada sem que haja uma expansão da mancha urbana. Esse cenário busca se aproximar de uma situação de desenvolvimento mais adequada às condições de cada região, considerando densidades de ocupação baseadas no macrozoneamento do Plano Diretor de 2006.

Assim, considera-se que a Região 1, que corresponde à Zona de Qualificação Urbana determinada no Plano Diretor, poderá se desenvolver com uma densidade “ótima” de ocupação de 300 habitantes por hectare e as Regiões 3, 4 e 5, que estão localizadas na Zona de Recuperação Urbana, serão ocupadas para apresentar uma densidade intermediária de 200 habitantes por hectare, já que, segundo o Plano Diretor, tal zona apresenta uma carência de infraestrutura urbana e equipamentos públicos. O crescimento da população será considerado apenas para essas quatro regiões. Como a Região 2 representa a Zona de Expansão Urbana, considera-se que essa região permanecerá estagnada com o intuito de avaliar se a expansão urbana será realmente necessária a médio prazo, considerando um adensamento adequado para as demais regiões da cidade. Portanto, o crescimento populacional previsto para a Região 2, entre os anos de 2014 e 2034, será igualmente distribuído entre as outras regiões, de forma a se obter uma aproximação do fenômeno.

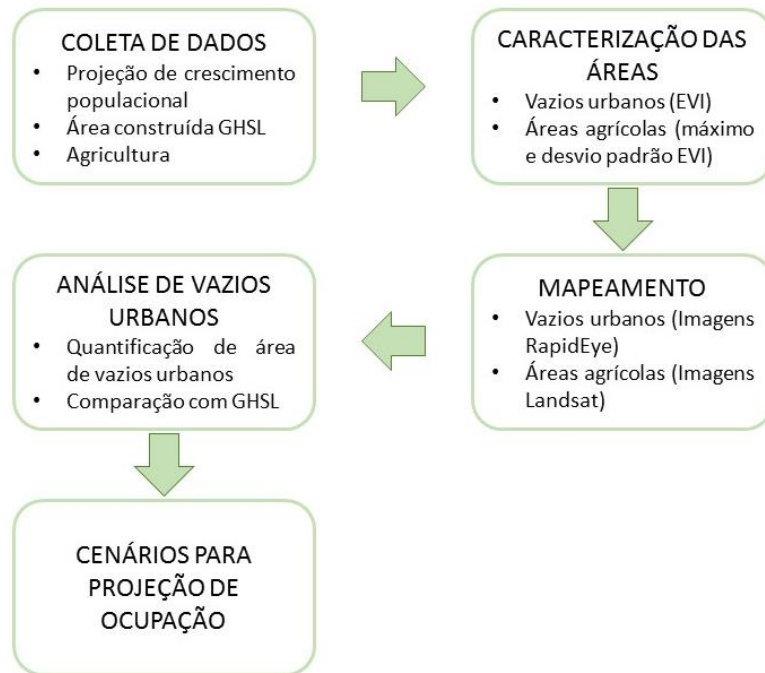
Ainda utilizando a Equação 3, calcula-se a população comportada por cada região, de acordo com a sua densidade de ocupação, definida previamente. É calculada a diferença entre a população de 2014 e de 2034 para a Região 2. Assim, um quarto dessa diferença é somado à população das Regiões 1, 3, 4 e 5 para o ano de 2034.

Relacionando o total de pessoas por região para o ano de 2034 com o valor de população total comportada, chega-se a uma previsão da porcentagem de ocupação de cada região em 2034.

#### 4.5. Etapas da metodologia

A Figura 11 apresenta, em forma de fluxograma, as etapas de realização da pesquisa.

Figura 11 – Fluxograma de etapas da pesquisa



Fonte: elaborada pela autora.

Com a realização da pesquisa, é obtida uma imagem que identifica, simultaneamente, áreas agrícolas nas regiões periurbanas e os vazios urbanos. Com esse resultado, chega-se a uma forma de relacionar os dois tipos de área, observando se uma expansão do perímetro urbano alcançaria áreas de agricultura e se essa expansão seria necessária, dada a existência ou não de espaços subutilizados na área urbana.

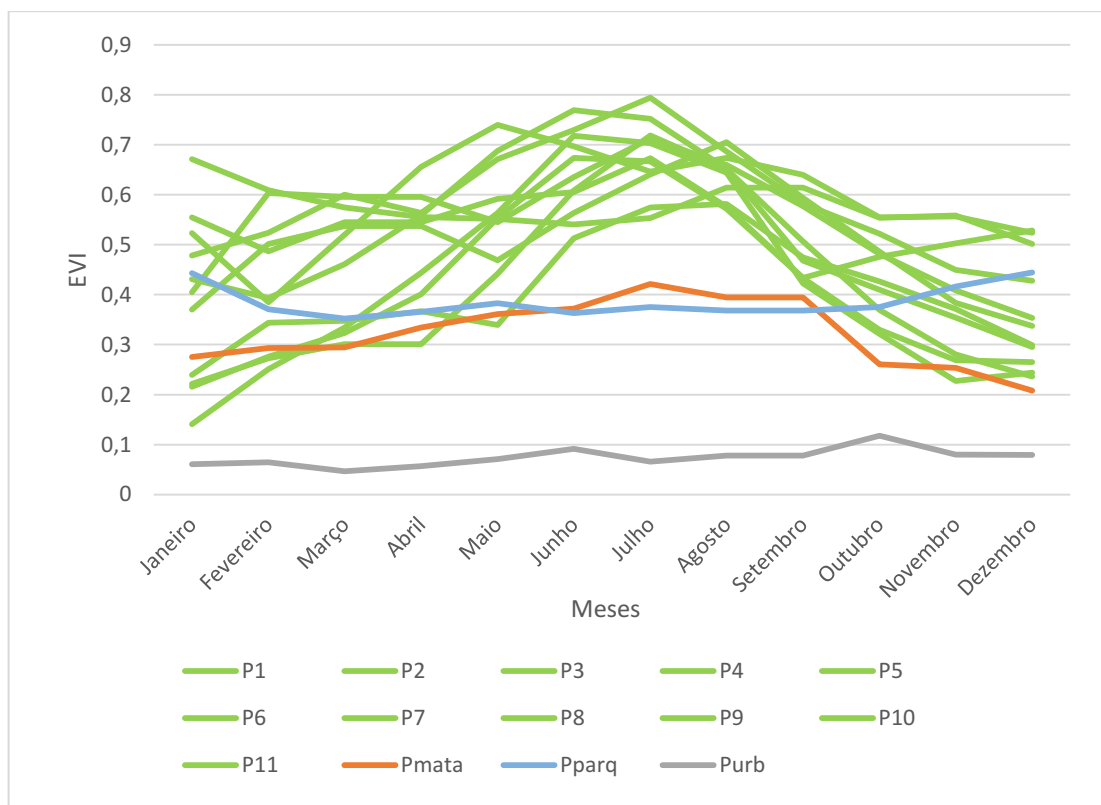
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Método para identificação de áreas agrícolas

Para a identificação de áreas com presença de agricultura, é necessário se levar em consideração a sazonalidade desse tipo de atividade. Devido ao ciclo de plantio, crescimento e colheita da agricultura, ora essas áreas apresentarão uma vegetação desenvolvida, ora apresentarão solo exposto. Portanto, é impossível que áreas com atividade agrícola sejam identificadas de forma precisa com apenas uma imagem.

Levando isso em consideração, o método proposto pelo presente trabalho se utiliza de uma série de 12 imagens referentes a um ano. Tomando 11 pixels que representam possíveis áreas agrícolas (P1 ao P11) e três pixels que são tomados como valores de referência para uma área de mata, uma área de parque e uma área urbanizada (Pmata, Pparq e Purb), são obtidos seus respectivos valores de EVI ao longo de 12 meses, representados no gráfico da Figura 12.

Figura 12 – Valores de EVI para pontos de interesse no ano de 2014



Analisando o gráfico, é possível perceber que os pixels de áreas agrícolas apresentam um pico de EVI significativamente superior aos demais pixels. Enquanto os valores de máximo EVI para áreas agrícolas variam entre 0,79 e 0,58, o pixel de mata apresenta valor máximo de 0,42, o de parque, 0,44 e o de área urbanizada, 0,11.

Além disso, percebe-se uma grande variação de valores de EVI para as áreas agrícolas ao longo do ano, enquanto os demais pixels apresentam curvas mais constantes. Isso se deve à sazonalidade da agricultura, já explicada anteriormente e, dessa forma, o uso de medidas de dispersão pode ser eficiente para a identificação dessa sazonalidade.

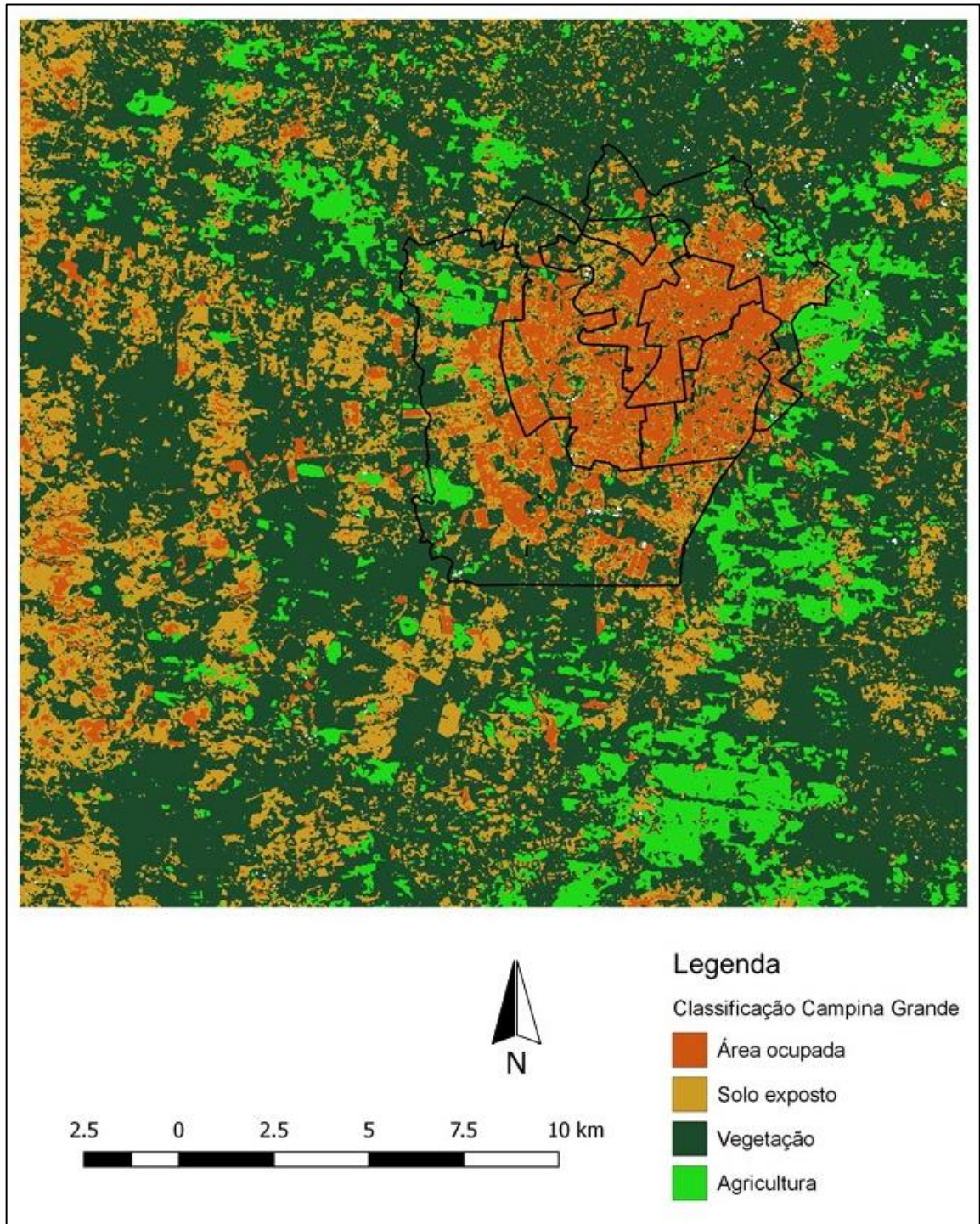
Com base no que foi exposto, o método de identificação de áreas agrícolas baseia-se no uso combinado de valores de máximo EVI e de desvio padrão de EVI, podendo também ser aplicado com outros índices de vegetação, como o NDVI. Estabelecendo valores limite para máximo EVI e desvio padrão de EVI, por meio de análises de imagens e visitas de campo, que caracterizem o comportamento agrícola, é possível identificar áreas de agricultura.

## **5.2. Mapeamentos**

O mapeamento da cidade de Campina Grande e de sua área periurbana é apresentado na Figura 13, com uma classificação de cobertura do solo que identifica áreas ocupadas, solo exposto, vegetação e áreas com produção agrícola.

A imagem apresenta a delimitação do perímetro urbano de Campina Grande e, com isso, percebe-se uma grande concentração de áreas com atividade agrícola no entorno da cidade e, também, inseridas na área urbana, em especial, em regiões mais periféricas.

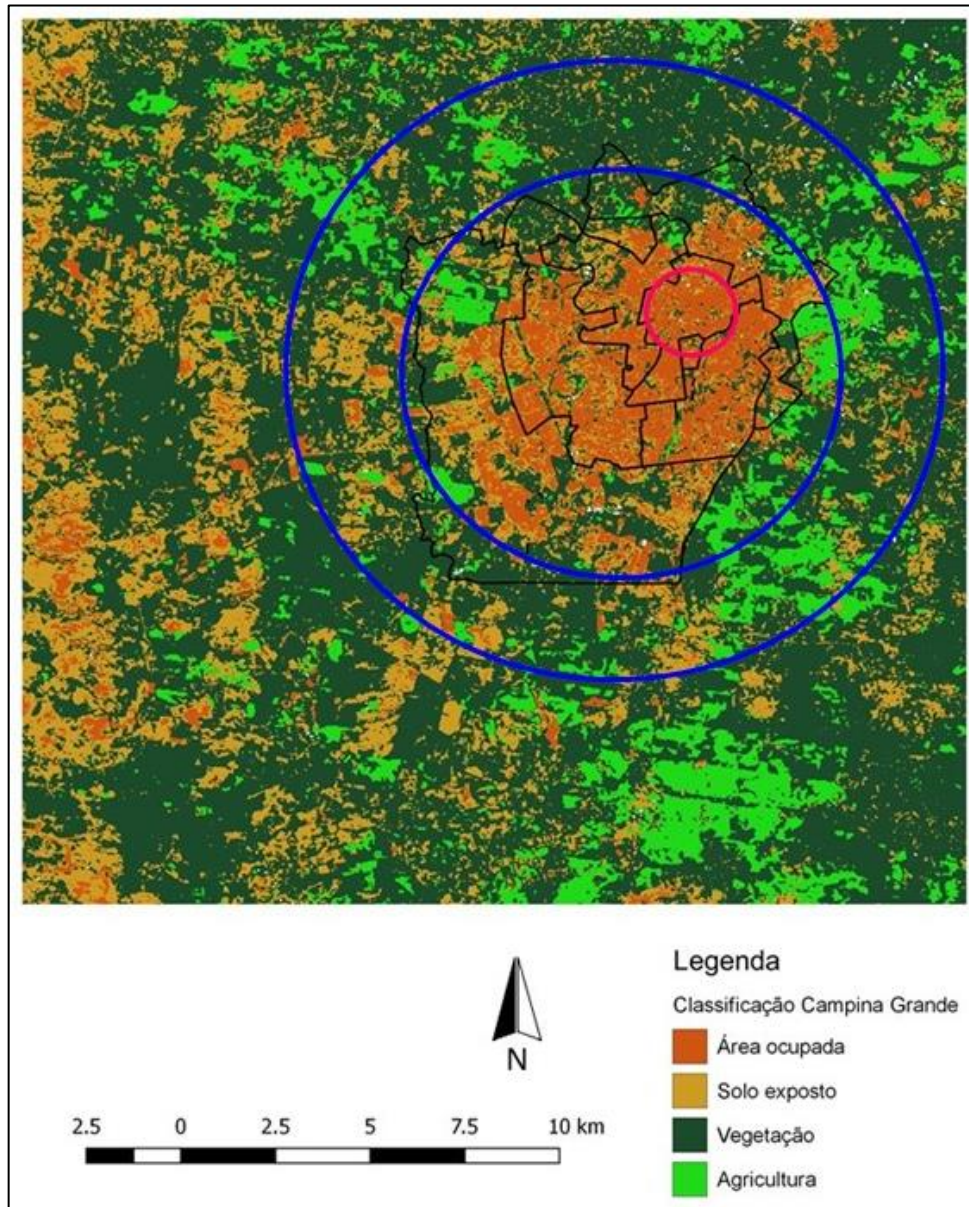
Figura 13 – Mapa de classificação de áreas agrícolas e vazios urbanos



Com a sobreposição do círculo que delimita a região periurbana da cidade, apresentado na Figura 14, percebe-se que áreas de transição rural-urbano são marcadas pela agricultura e, portanto, a produção agrícola pode sofrer impactos decorrentes da dinâmica do meio urbano.



Figura 14 - Mapa de classificação com delimitação de área periurbana



Fonte: adaptado de MACROPLAN (2015).

O mapeamento aponta para uma maior concentração de agricultura à nordeste do perímetro urbano.

Na porção rural localizada à oeste da cidade, percebe-se que a agricultura acontece de forma mais espalhada, com maior concentração à noroeste e quanto mais ao sul, mais a produção é caracterizada por pequenos pontos de agricultura e feições mais regulares. Essa caracterização pode indicar a existência de pequenas propriedades agrícolas na região.

Além disso, pode-se perceber a existência de atividade agrícola inserida no perímetro urbano. Na parte oeste da cidade, em especial, na Região 2, vê-se a

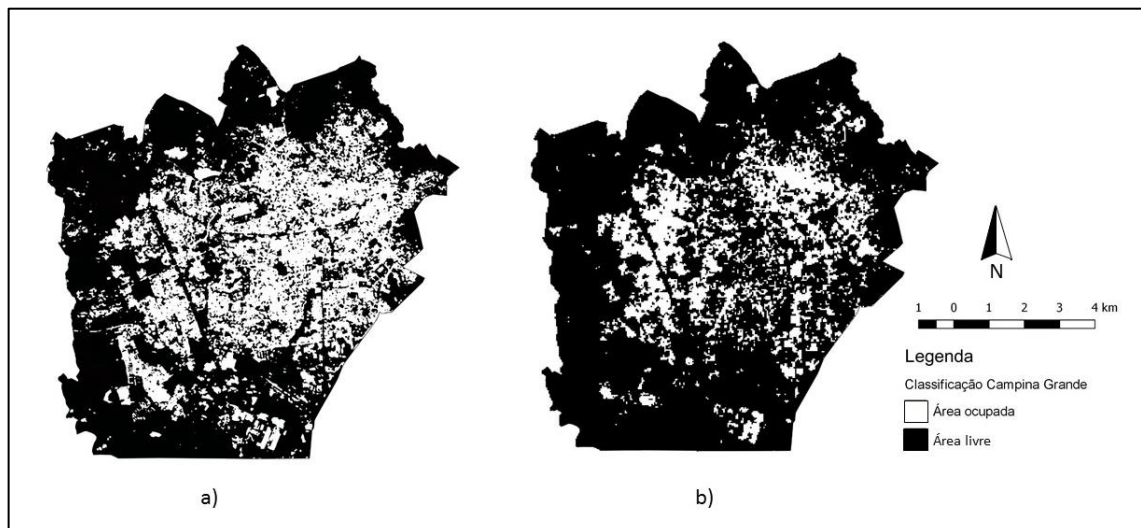
presença de zonas extensas marcadas pela agricultura. Por ser a região menos urbanizada da cidade, a Região 2 ainda comporta esse tipo de atividade.

Quanto ao mapeamento dos vazios, percebe-se que o perímetro urbano ainda abriga muitas áreas de vegetação de solo exposto, inclusive inseridas nos bairros mais adensados da cidade, que são aqueles pertencentes a Região 1.

As Regiões 2 e 3 apresentam uma urbanização incipiente, sendo a maioria do seu espaço identificado como vegetação ou solo exposto.

A Figura 15 apresenta o mapeamento de áreas construídas e áreas livres produzido pela presente pesquisa ao lado do mapeamento do GHSL.

Figura 15 – Comparação entre mapa produzido (a) e mapa do GHSL (b).



Fonte: adaptado de PESARESI et al. (2015).

Observando as duas imagens, percebe-se que o mapeamento do GHSL aparenta uma ocupação mais vazia e dispersa. Isso se deve ao fato de que o GHSL faz o mapeamento para áreas edificadas, enquanto o outro mapeamento faz uma classificação de ocupação através da cobertura do solo. Portanto, é natural que o mapeamento feito por valores de EVI seja mais “cheio”, pois considera como ocupadas áreas de ruas pavimentadas, parques e praças, diferentemente do outro.

É possível perceber que toda a área construída representada pelo mapa do GHSL pode ser inserida no mapa produzido por valores de EVI. Isso demonstra que o mapa produzido está de acordo com as áreas de ocupação da cidade. Analisando os valores, o mapa do GHSL apresenta 18,007 km<sup>2</sup> de área construída, já o outro

(calculado a partir do EVI) apresenta 31,97 km<sup>2</sup> de área ocupada dentro do perímetro urbano.

Para uma melhor compreensão da distribuição dos vazios urbanos na cidade, a Tabela 8 apresenta as áreas ocupadas e livres para cada região do PMSB.

Tabela 8 – Áreas ocupadas e desocupadas por região

Regiões	Classificação	Área (ha)	Situação	Área (ha)
Região 1	Ocupada	471,92	Ocupada	471,92
	Agricultura	0		
	Solo exposto	112,13	Livre	160,0
	Vegetação	47,87		
Região 2	Ocupada	747,74	Ocupada	1058,41
	Agricultura	310,67		
	Solo exposto	1083,23	Livre	2837,26
	Vegetação	1754,03		
Região 3	Ocupada	294,36	Ocupada	420,36
	Agricultura	126,0		
	Solo exposto	297,02	Livre	885,39
	Vegetação	588,37		
Região 4	Ocupada	803,44	Ocupada	831,76
	Agricultura	28,32		
	Solo exposto	435,15	Livre	829,72
	Vegetação	394,57		
Região 5	Ocupada	879,18	Ocupada	906,0
	Agricultura	26,82		
	Solo exposto	361,02	Livre	665,18
	Vegetação	304,16		

A Tabela 9 apresenta os resultados para áreas ocupadas e vazios urbanos, levando em consideração as áreas de ZEIAs e de espaços livres públicos. Dessa forma, percebe-se um aumento das áreas ocupadas, e conseqüentemente, as áreas livres são reduzidas, mudando sua denominação para vazios urbanos.



Tabela 9 – Áreas ocupadas e de vazios urbanos por região, com ZEIAS e ELPu

Regiões	Situação	Área (ha)	ZEIAS (ha)	ELPu (ha)	Área (ha)
Região 1	Ocupada	471,92	0	132,22	485,14
	Vazios Urbanos	160			146,78
Região 2	Ocupada	1058,41	36,86	0	1095,27
	Vazios Urbanos	2837,26			2800,4
Região 3	Ocupada	420,36	31,28	17,117	468,76
	Vazios Urbanos	885,39			837
Região 4	Ocupada	831,76	0	22,789	854,55
	Vazios Urbanos	829,72			806,93
Região 5	Ocupada	906	51,07	115,778	968,65
	Vazios Urbanos	665,18			602,53

Analisando os valores finais por região, percebe-se que a Região 1 é a que apresenta maior ocupação, com, aproximadamente, 77% de sua área ocupada. Esse fato é explicado pois a Região 1 é a mais central da cidade, onde há uma maior urbanização e presença de uma infraestrutura mais desenvolvida.

Já a Região 2 é a que apresenta menor ocupação, com apenas 28% da sua área ocupada, seguida da Região 3, com 36% de ocupação. Ambas as regiões são periféricas, o que explica uma urbanização recente que ainda não se consolidou nem se expandiu até os limites do perímetro urbano.

### 5.3. Primeiro cenário de ocupação

Os valores obtidos para o primeiro cenário de ocupação são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Valores de densidade e população comportada para primeiro cenário de ocupação

Regiões	Situação	Área (ha)	População 2014	Densidade (hab/ha)	Incremento populacional	População comportada
Região 1	Ocupada	485,14	40877	84,26	12368	53245
	Vazios urbanos	146,78				
Região 2	Ocupada	1095,27	49072	44,80	125468	174540
	Vazios urbanos	2800,4				
Região 3	Ocupada	468,76	48095	102,60	85877	133972
	Vazios urbanos	837				
Região 4	Ocupada	854,55	127113	148,75	120030	247143
	Vazios urbanos	806,93				
Região 5	Ocupada	968,65	105346	108,76	65529	170875
	Vazios urbanos	602,53				

Os valores apresentados apontam para baixas densidades de ocupação, em torno de 100 hab/ha, na configuração atual da cidade. A Região 4 se destaca como sendo a mais densa, chegando a aproximadamente 150 hab/ha e a Região 2 se apresenta como a de menor densidade, com um valor bem abaixo das demais regiões.

Mesmo com densidades baixas, as Regiões 2 e 3 apresentam incrementos populacionais maiores do que a população atual. Isso significa que, mantendo a atual densidade, para que essas duas regiões sejam completamente ocupadas, a sua população deverá ser maior do que o dobro da atual. Isso é um forte indicativo da presença predominante de vazios urbanos nessas duas regiões.

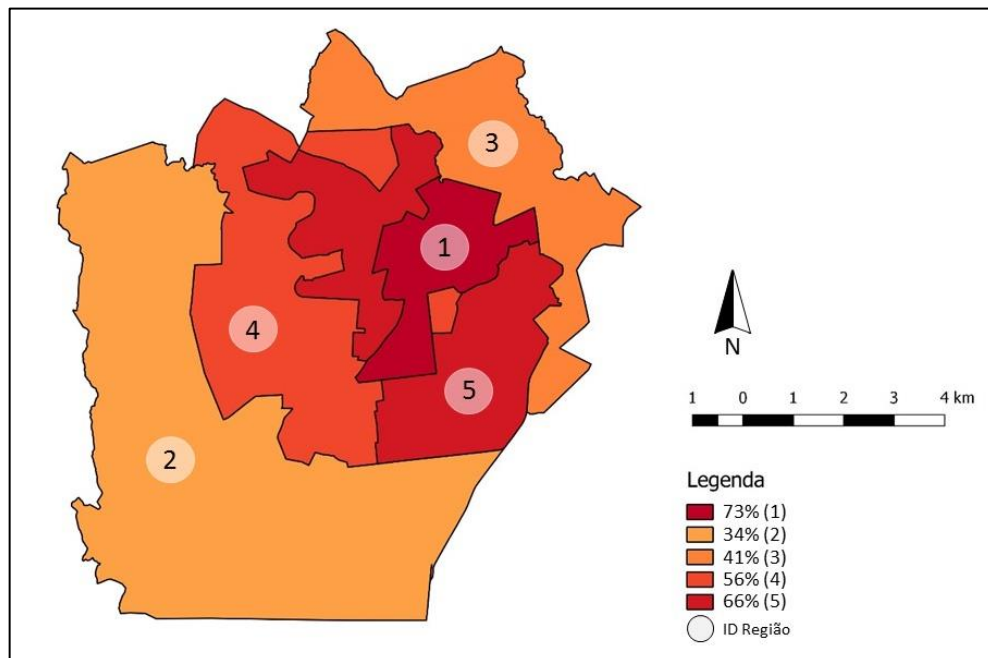
Relacionando os valores de população comportada para a ocupação das regiões com a população de cada região para 2014 e 2034, obtém-se o percentual de ocupação que cada região apresenta em 2014 e apresentará 20 anos depois, conforme mostra a Tabela 11.

Tabela 11 – Percentual de ocupação para 2014 e 2034, no primeiro cenário

Regiões	População total	População 2014	Percentual de ocupação em 2014	População 2034	Percentual de ocupação 2034
Região 1	53245	40877	0,77	38813	0,73
Região 2	174540	49072	0,28	59159	0,34
Região 3	133972	48095	0,36	55006	0,41
Região 4	247143	127113	0,51	137290	0,56
Região 5	170875	105346	0,62	112641	0,66

A Figura 16 apresenta a classificação das regiões de acordo com seu percentual de ocupação para o ano de 2034.

Figura 16 - Percentual de ocupação para 2034 no primeiro cenário



Percebe-se que, permanecendo com a densidade atual de ocupação, no ano de 2034, as regiões mais centrais (1 e 5) já estariam bem ocupadas, com percentuais de mais de 60% de ocupação. Já a Região 2, estaria com uma ocupação bem abaixo da metade que a mesma comporta.

Neste cenário, avalia-se um crescimento espalhado da cidade, com uma densidade baixa que subutiliza a infraestrutura urbana e acarreta custos mais altos ao município, além de impulsionar o uso de transporte particular e degradar áreas de vegetação natural. Esse tipo de crescimento seria o mais prejudicial à agricultura presente no entorno urbano, tendo em vista que a mancha urbana se expandiria mais rapidamente sobre as áreas agrícolas, acarretando em uma rápida mudança no uso

do solo das áreas periurbanas. Além disso, sendo a Região 2 de menor densidade e classificada pelo Plano Diretor como Zona de Expansão Urbana do município, provavelmente seria a área com expansão mais espalhada, gerando impactos na atividade agrícola ainda presente na área urbana.

#### 5.4. Segundo cenário de ocupação

Os valores obtidos para o segundo cenário proposto são apresentados na Tabela 12. Neste cenário, assume-se que a cidade apresenta uma densidade homogênea, assim, foi considerado que as cinco regiões podem comportar uma densidade de 300 habitantes por hectare.

Tabela 12 – Valores de população comportada para o segundo cenário de ocupação

Regiões	Área (ha)	População 2014	Densidade (hab/ha)	População comportada	Incremento populacional
Região 1	618,698	40877	300	185610	144733
Região 2	3895,67	49072	300	1168701	1119629
Região 3	1304,0383	48095	300	391212	343117
Região 4	1659,2011	127113	300	497761	370648
Região 5	1559,6022	105346	300	467881	362535

Os valores para o segundo cenário mostram uma população total para cada região muito superior ao relativo ao ano de 2014. Chegando a uma população total de mais de um milhão de habitantes para a Região 2. Para esse cenário, todas as regiões comportam uma população superior ao triplo da população que abrigavam em 2014.

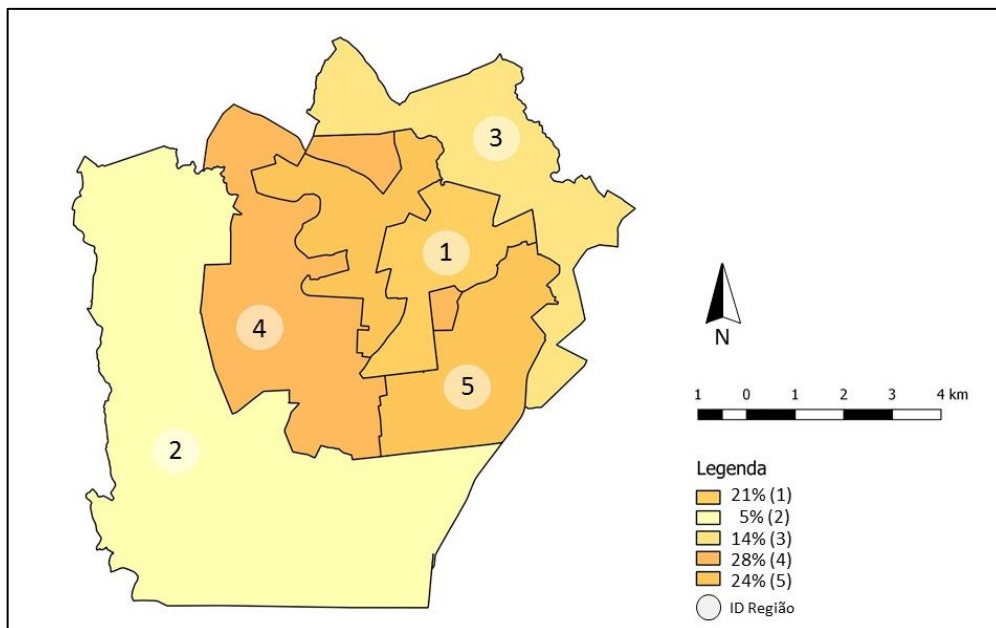
Com os valores de população para o ano de 2034, é possível calcular o percentual de ocupação dessas áreas com base no total populacional comportado por cada uma delas. A Tabela 13 mostra o percentual de ocupação para os anos de 2014 e 2034.

Tabela 13 – Percentual de ocupação para 2014 e 2034, no segundo cenário

Regiões	População total	População 2014	Percentual de ocupação em 2014	População 2034	Percentual de ocupação 2034
Região 1	185610	40877	0,22	38813	0,21
Região 2	1168701	49072	0,04	59159	0,05
Região 3	391212	48095	0,12	55006	0,14
Região 4	497761	127113	0,26	137290	0,28
Região 5	467881	105346	0,23	112641	0,24

O mapa da Figura 17, apresenta os resultados de percentual de ocupação para o ano de 2034.

Figura 17 – Percentual de ocupação para 2034 no segundo cenário



A situação do segundo cenário de crescimento para o ano de 2034, mostra que, para que a cidade se desenvolva de forma completamente adensada, ainda haveria um longo espaço de tempo para a sua completa ocupação. Os valores de população total comportada por cada região apontam para um incremento populacional muito superior ao que é esperado para o crescimento da cidade à médio e longo prazo.

Principalmente, considerando que as taxas de crescimento populacional urbano de Campina Grande vêm apresentando uma redução ao longo dos últimos anos, como foi mostrado pela Figura 3.

Entretanto, é preciso atentar para o fato de que esse modelo ignora as diferenças entre as regiões da cidade, que irão ter uma influência sobre o padrão de ocupação das mesmas e, conseqüentemente, de suas densidades médias.

### 5.5. Terceiro cenário de ocupação

O terceiro cenário considera que a ocupação da cidade ocorrerá apenas nas Regiões 1, 3, 4 e 5, com densidades distintas, estabelecidas de acordo com o zoneamento da cidade. Nesse caso, Região 2 permanecerá com a mesma população até 2034.

Os valores obtidos para a população comportada por cada região são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Valores de população total para terceiro cenário de ocupação

Regiões	Área (ha)	População 2014	Densidade (hab/ha)	População comportada	Incremento populacional
Região 1	618,698	40877	300	185610	144733
Região 2	-	49072	-	49072	0
Região 3	1304,0383	48095	200	260808	212713
Região 4	1659,2011	127113	200	331841	204728
Região 5	1559,6022	105346	200	311921	206575

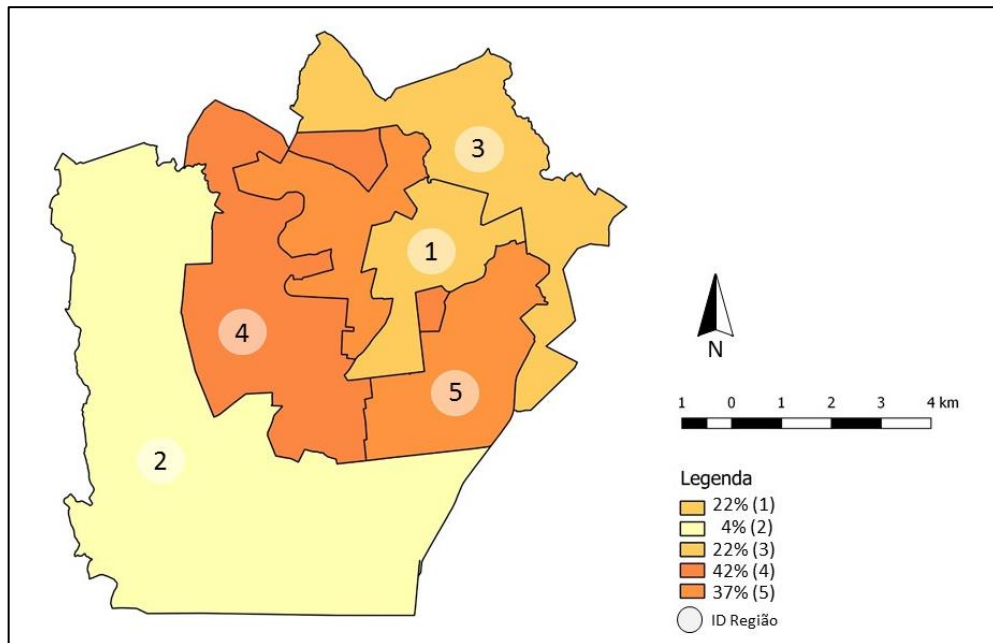
Os percentuais de ocupação são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Percentual de ocupação para 2014 e 2034, no terceiro cenário

Regiões	População comportada	População 2014	Percentual de ocupação em 2014	População 2034	População 2034 com excedente da Região 2	Percentual de ocupação 2034
Região 1	185610	40877	0,22	38813	40831	0,22
Região 2	1168701	49072	0,04	49072	49072	0,04
Região 3	260808	48095	0,18	55006	57024	0,22
Região 4	331841	127113	0,38	137290	139308	0,42
Região 5	311921	105346	0,34	112641	114659	0,37

A Figura 18 apresenta o terceiro cenário de ocupação para o ano de 2034.

Figura 18 – Percentual de ocupação para 2034 no terceiro cenário



O terceiro cenário apresenta um crescimento populacional adensado de acordo com o zoneamento da cidade, sem que haja um aumento na ocupação da Região 2, ou Zona de Expansão Urbana.

É possível observar que, o deslocamento do crescimento populacional esperado da Região 2 para as demais regiões, não ocasionará a superlotação em nenhuma delas. Na verdade, todas as regiões se apresentam com uma ocupação de menos da metade da sua capacidade. Isso demonstra que é possível se estimular um adensamento das áreas de urbanização já consolidada em detrimento da expansão urbana sobre áreas periféricas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o mapeamento produzido, percebe-se a eficiência do uso de sensoriamento remoto para a classificação de áreas de acordo com a cobertura do solo. Esse tipo de técnica pode ser uma ferramenta interessante para a gestão urbana em termos de planejamento e monitoramento, por prover à administração pública informações de dinâmica territorial de forma prática e precisa. Além disso, a pesquisa demonstra que o uso de índices de vegetação, como o EVI, para a classificação de áreas não vegetadas também pode ser uma alternativa para a classificação de cobertura do solo, gerando resultados satisfatórios.

A análise dos pontos agrícolas que foram escolhidos como amostra, através da imagem *RapidEye*, juntamente com pontos de parque, mata e área urbanizada, resultou na observação de um comportamento cíclico característico da agricultura, que seria um ciclo de plantio, crescimento e colheita, representados por valores de EVI para vegetação em início de desenvolvimento, vegetação desenvolvida e solo exposto. A constatação desse ciclo permite diferenciar as áreas agrícolas de outros tipos de cobertura do solo, pois a variação sazonal de valores de índices vegetativos, resulta em um alto desvio padrão para tais índices. Por outro lado, a observação dos valores de EVI ao longo do ano, comparados com os valores para áreas vegetadas não agrícolas, possibilitou a constatação de que, em geral, as áreas agrícolas apresentam um valor máximo de EVI superior ao máximo de outros tipos de vegetação.

É importante destacar que as áreas de agricultura foram identificadas por seu comportamento cíclico e por seu valor máximo de EVI. Portanto, é possível que áreas vegetadas que não apresentem atividade agrícola tradicional, porém sejam manipuladas por ação humana, de forma que passe por um ciclo de desenvolvimento semelhante, sejam também caracterizadas como agrícolas. Para uma avaliação da acurácia do resultado obtido para a identificação de feições agrícolas, é necessária a realização de visitas de campo às áreas de interesse. Esse procedimento deverá ser realizado em trabalhos futuros.

A presença de áreas agrícolas no entorno da área urbana de Campina Grande, em especial, na parte oeste, indica que uma ampliação do perímetro urbano ou expansão da cidade nesta direção pode acarretar em impactos na atividade agrícola do município e na vida de produtores localizados em áreas periurbanas. Através do levantamento de área plantada do município realizado pelo IBGE (Figura 10),



percebe-se uma tendência à redução da atividade agrícola ao longo dos anos. A expansão da área urbana pode intensificar essa tendência de forma desnecessária. Assim, deve-se atentar para as possíveis causas dessa redução e priorizar processos de tomada de decisão que levem em consideração a situação dos produtores rurais e os impactos que a mudança da paisagem rural pode acarretar para o município como um todo.

Com avaliação da necessidade de expansão do perímetro urbano, os três cenários para projeção de ocupação da cidade apontam que Campina Grande comporta, com folga, um crescimento populacional até o ano de 2034. Caso existam políticas públicas que incentivem um adensamento das áreas de urbanização já consolidada, em detrimento da expansão urbana, essa folga se tornaria ainda maior, evitando uma continuidade no padrão de crescimento de baixa densidade que a cidade apresenta atualmente. Com o incentivo ao adensamento por parte do poder público e à aplicação de instrumentos que inibam a especulação fundiária em áreas centrais e periféricas da cidade, pode-se preservar a agricultura periurbana do município por um tempo superior a 20 anos e otimizar o uso de infraestrutura e equipamentos urbanos da cidade.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIOLY JR., Claudio; DAVIDSON, Forbes. Density in Urban Development. **Building Issues**, v. 8, n. 3, p. 3-25, 1996.
- ACIOLY JR., Claudio; DAVIDSON, Forbes. **Densidade urbana**: Um instrumento de planejamento e gestão urbana. Rio de Janeiro: MAUAD, 1998.
- AGUAYO, Mauricio I.; WIEGAND, Thorsten; AZÓCAR, Geraldo D.; WIEGAND, Kerstin; VEGA, Claudia E. Revealing the driving forces of mid-cities urban growth patterns using spatial modeling: A case study of Los Ángeles, Chile. **Ecology and Society**, v.12, n.1, art.13, 2007.
- ALMEIDA, Cláudia Maria de. Aplicação dos sistemas de sensoriamento remoto por imagens e o planejamento urbano regional. **Arq.urb**, n.3, p. 98-123, 2010.
- ALVES, Susana Ricardo. **Densidade urbana: Compreensão e estruturação do espaço urbano nos territórios de ocupação dispersa**. 2011. 101f. Dissertação (Mestrado em Arquitectura), Faculdade de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.
- ANGEL, Shlomo; SHEPPARD, Stephen C.; CIVCO, Daniel L. **The dynamics of global urban expansion**. Transport and Urban Development Department. The World Bank. Washington D.C., 2005.
- ANTUNES, Mauro Antonio Homem; SIQUEIRA, Jéssica Caroline dos Santos. **Características das imagens RapidEye para mapeamento e monitoramento agrícola e ambiental**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, 2013.
- BABU, K Naga. A novel approach on image processing using R Studio. **International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering**. v. 5, n.11, p. 399-402, 2016.
- BELTRAME, Gabriella. Vazios urbanos: notas sobre a escassez social do imóvel urbano. **Interseções**. Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 113-138, 2013.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988.

BURCHELL, Robert W.; LOWENSTEIN, George; DOLPHIN, William R.; GALLEY, Catherine C.; DOWNS, Anthony; SESKIN, Samuel; STILL, Katherine Gray; MOORE, Terry. **TCRP Report 74: Costs of Sprawl – 2000**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2002.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano**. 3° ed. São Paulo: Editora Ática, 1995.

COSTA, Leonardo Barboza. **Estruturação da cidade de Campina Grande: As estratégias e intencionalidades do mercado imobiliário**. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

DELGADO, Carlos Filipe dos Santos. **Expansão urbana e fragmentação de áreas com forte aptidão agrícola: O caso de estudo da “bacia leiteira primária” de Entre-Douro-e-Minho**. 2010. 335f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território), Universidade do Porto, Porto, 2010.

ELIAS, Denise. Novas dinâmicas territoriais no Brasil agrícola. In: SPOSITO, E. S.; SPOSITO, M. E.; SOBARZO, O. (Orgs.). **Cidades médias: produção do espaço urbano e regional**. 1° ed. São Paulo: Expressão Popular, 2006.

ETIEL, Jan U. H.; KEEFE, Robert F.; LONG, Dan S.; DAVIS, Anthony S.; VIERLING, Lee A. Active Ground Optical Remote Sensing for Improved Monitoring of Seedling Stress in Nurseries. **Sensors**, v.10, p. 2843-2850, 2010.

FERREIRA, Angela Duarte Damasceno. Processos e sentidos sociais do rural na contemporaneidade: indagações sobre algumas especificidades brasileiras. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v.18, p. 28-46, 2002.

FINAZZI, Felipe Baricatti. **Investigação de causadores de variabilidade em áreas cultivadas com cana-de-açúcar e comparação de sensores para identificação da variabilidade**. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2012.

FIRMAN, Tommy. Rural to urban land conversion in Indonesia during boom and bust periods. **Land Use Policy**, v.17, p. 13-20, 2000.

FLOOD, Neil. Seasonal Composite LandsatTM/ETM+ Images Using the Medoid (a Multi-Dimensional Median). **Remote Sensing**, v. 5, p. 6481-6500, 2013.

GHSL – **Global Human Settlement Layer**. Disponível em: <<http://ghsl.jrc.ec.europa.eu/>> Acesso em: 7 de julho de 2017.

GÓIS, Joyce Louise Cruz Xavier de; BARROS FILHO, Mauro Normando Macêdo. **Lacunaridade urbana**: Uma análise dos espaços livres públicos de Campina Grande, PB. XII Congresso de Iniciação Científica de Universidade Federal de Campina Grande, 2015.

GÜNERALP, B.; SETO, K. C. Futures of global urban expansion: Uncertainties and implications for biodiversity conservation. **Environmental Research Letters**, v. 8, p. 1-10, 2013.

IBGE, **Censo demográfico, 2000**. Área territorial brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pb/campina-grande/panorama>> Acesso em: 18 de março de 2017.

IBGE, **Censo demográfico, 2010**. Área territorial brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pb/campina-grande/panorama>> Acesso em: 18 de março de 2017.

IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Estimativas da população residente nos municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=297868>> Acesso em: 16 de agosto de 2017.

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2012**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2007**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2005**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2004**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005

JIANG, Li; DENG, Xiangzheng; SETO, Karen C. The impact of urban expansion on agricultural land use intensity in China. In: **Land Use Policy**, v.35, p.33-39, 2013.

LARANGEIRA, Adriana de Araujo. **Vacant Land in Latin America: Challenges and opportunities**. Lincoln Institute of Land Policy Working Papers. 2003

LOPEZ, Rigoberto A.; ADELAJA, Adesoji O.; ANDREWS, Margaret S.; The effects of suburbanization on Agriculture. **American Journal of Agriculture Economics**, p. 346-358, 1988.

MACROPLAN. **Campina Grande 2035: Desenho urbano conceitual de Campina Grande e principais conexões com os municípios do entorno**. 2015.

MAIA, Doralice Sátyro. **A periferização e a fragmentação da cidade: Loteamentos fechados, conjuntos habitacionais populares e loteamentos irregulares na cidade de Campina Grande- PB, Brasil**. 2010.

MINGIONE, Enzo; PUGLIESE, Enrico. A difícil delimitação do urbano e do rural: alguns exemplos e implicações teóricas. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 22, p. 83-99, Abril 1987.

MIRANDA, Livia Izabel Bezerra de. **Produção do espaço e planejamento em áreas de transição rural-urbana: o caso da Região Metropolitana do Recife – PE**. 2008. 334f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano e Regional), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Geo Catálogo MMA, Sobre o Projeto**. [201-]. Disponível em: < <http://geocatalogo.mma.gov.br/sobre.jhtml> > Acesso em: 22 de março de 2017.

NASCIMENTO, Ederson; MATIAS, Lindon Fonseca. Expansão urbana e desigualdade socioespacial: Uma análise da cidade de Ponta Grossa (PR). **Ra'e Ga**, 23, p. 65-97, 2011.

ONU – Organização das Nações Unidas. **World Urbanization Prospects: The 2003 Revision**. Department of Economic and Social Affairs. New York: United Nations, 2004.

PAGANO, Michael A.; BOWMAN, Ann O'M. **Vacant land in cities: An urban resource**. Center on Urban and Metropolitan Policy. Washington D.C.: The Brookings Institution, 2000.

PESARESI, Martino; EHRILCH, Daniele; FLORCZYK, Aneta J.; FREIRE, Sergio; JULEA, Andreea; KEMPER, Thomas; SOILLE, Pierre; SYRRIS, Vasileios (2015): **GHS built-up grid, derived from Landsat, multitemporal (1975, 1990, 2000, 2014)**. European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset] PID: <[http://data.europa.eu/89h/jrc-ghsl-ghs\\_built\\_ldsmt\\_globe\\_r2015b](http://data.europa.eu/89h/jrc-ghsl-ghs_built_ldsmt_globe_r2015b)>

Planet Labs Inc., **Planet imagery product specification**. April 2017. Disponível em: <<https://www.planet.com/products/satellite-imagery/>> Acessado em: 26 de julho de 2017.

PMCG – Prefeitura Municipal de Campina Grande. Plano Diretor. Lei Complementar nº 003, de 09 de outubro de 2006.

PMSB - **Plano Municipal de Saneamento Básico de Campina Grande**, 2014.

POLIDORO, Maurício; LOLLO, José Augusto de; BARROS, Mirian Vizintim Fernandes. Impactos decorrentes do *sprawl* urbano em Londrina – PR. **Tempo – Técnica – Território**, v.2, n.1, p. 1-30, 2011.

ROSA, Roberto. **Introdução ao geoprocessamento**. Universidade Federal de Uberlândia, 2013.

ROY, D.P.; WULDER, M.A.; LOVELAND, T.R.; WOODCOCK, C.E.; ALLEN, R.G.; ANDERSON, M.C.; HELDER, D.; IRONS, J.R.; JOHNSON, D.M.; KENNEDY, R.; SCAMBOS, T.A.; SCHAAF, C.B.; SCHOTT, J.R.; SHENG, Y.; VERMOTE, E.F.; BELWARD, A.S.; BINDSCHADLER, R.; COHEN, W.B.; GAO, F.; HIPPLE, J.D.; HOSTER, P.; HUNTINGTON, J.; JUSTICE, C.O.; KILIC, A.; KOVALSKYY, V.; LEE, Z.P.; LYMBURNER, L.; MASEK, J.G.; MCCORKEL, J.; SHUAI, Y.; TREZZA, R.; VOGELMANN, J.; WYNNE, R.H.; ZHU, Z. Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. **Remote Sensing of Environment**, v.145, p. 154-172, 2014.

SANTANA, Sheyla; MOURA, Ana Clara Mourão; ZYNGIER, Camila. The trends of Geotechnology to support urban planning: New paradigms and challenges. **Journal of Earth Science and Engineering**. 2013.

SANTORO, Paula Freire. Perímetro urbano flexível, urbanização sob demanda e incompleta: O papel do Estado frente ao desafio do planejamento da expansão

urbana. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v.6, n.1, p. 169-187, Maio 2014.

SANTORO, Paula Freire. **Planejar a expansão urbana: dilemas e perspectivas**. 2012. 363f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5ªed, 3ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2013.

SCHELLING, Klaus. **Approaches to characterize chlorophyll/nitrogen status of crop canopies**. DGPF workshop Analysis of remote sensing data, Hannover, 2010.

SCHUSTER, Christian; FÖRSTER, Michael; KLEINSCHMIT, Birgit. Testing the red edge channel for improving land-use classifications based on high-resolution multi-spectral satellite data. **International Journal of Remote Sensing**, 33:17, p. 5583-5599, 2012.

SETO K.C., FRAGKIAS M., GÜNERALP B., REILLY M.K. A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion. **PLoS ONE**, v.6, n.8, p. 1-9, 2011.

SILVA, Geovany Jessé Alexandre da; SILVA, Samira Elias; NOME, Carlos Alejandro. **Densidade, dispersão e forma urbana**. Dimensões e limites da sustentabilidade habitacional. *Arquitextos*, São Paulo, ano 16, n. 189.07, Vitruvius, Fevereiro 2016.

SILVA, Douglas Antônio Nascimento e; SILVA, Márcio Luiz da; LEONARDI, Fernanda Aparecida. Geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano: Proposta preliminar de expansão urbana no Município de Inconfidentes – MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.8, n.4, p.1191-1205, 2015.

SILVA, Henrique Alves da. **Transformações do planejamento urbano em cidades de porte médio e em cidades médias brasileiras**. 2013. 244f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013.

SILVA JÚNIOR, João Batista Mendes da; BARROS FILHO, Mauro Normando M. **Lacunaridade urbana: O papel dos espaços livres na expansão e no adensamento de Campina Grande- PB**. Anais XIII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2016.

SIQUEIRA, Deis; OSÓRIO, Rafael. O conceito de Rural. In: GIARRACCA, Norma (Coord.). **¿Una nueva ruralidad en América Latina?**. Buenos Aires: CLACSO, 2001.

SOLARI, A. B. O objeto da Sociologia Rural. In: SZMRECSÁNYI, T.; QUEDA, O. (Orgs.). **Vida Rural e Mudança Social**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.

SOUZA, Marcelo Lopes de. Desenvolvimento urbano: A problemática renovação de um “conceito”-problema. **Revista Território**, ano III, n. 5, p. 5-29, jul./dez. 1998.

TEIXEIRA, Tatiana; FURTADO, Fernanda. **Reinserção de vazios urbanos: diretrizes para a política urbana municipal, a partir do caso de Juiz de Fora/MG**. Anais I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2010.

USTUNER, M.; SANLI, F.B.; ABDIKAN, S.; ESETLILI, M.T.; KURUCU, Y. Crop type classification using vegetation indices of RapidEye imagery. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, Volume XL-7, 2014.

WANDERLEY, Maria de Nazareth Baudel. A ruralidade no Brasil moderno. Por um pacto social pelo desenvolvimento rural. In: GIARRACCA, Norma (Coord.). **¿Una nueva ruralidad en América Latina?**, p. 31-43. Buenos Aires: CLACSO, 2001.

WARDLOW, Brian D.; EGBERT, Stephen L. A comparison of MODIS 250-m EVI and NDVI data for crop mapping: a case study for southwest Kansas. **International Journal of Remote Sensing**, v.31, n.3, p. 805-830, 2010.

ZMITROWICZ, Witold; DE ANGELIS NETO, Generoso. **Infra-estrutura urbana**. São Paulo: EPUSP, 1997.