



ENGENHARIA  
E TECNOLOGIA  
AMBIENTAL



## Pré-Zoneamento do Plano de Manejo da APA de Campinas

Julho/2017

## Índice

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 5     | Zoneamento .....                           | 1  |
| 5.1   | Apresentação.....                          | 1  |
| 5.2   | Aspectos Metodológicos do Zoneamento ..... | 1  |
| 5.3   | Resultados .....                           | 17 |
| 5.3.1 | Definição das Zonas.....                   | 17 |
| 5.3.2 | Definição das Áreas Estretégicas .....     | 19 |
| 5.4   | Referências Bibliográficas.....            | 21 |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 5.2.1-1 – Fragilidade Ambiental da APA de Campinas..... | 3  |
| Figura 5.2.1-1 – Superfícies de Custo.....                     | 13 |

## Índice de Quadros

|   |    |
|---|----|
| Quadro 5.2.1-1 – Influência de cada variável na fragilidade potencial.....                                      | 3  |
| Quadro 5.2.1-2 – Distribuição de pesos na variável geologia na fragilidade potencial.....                       | 5  |
| Quadro 5.2.1-3 – Distribuição de pesos na variável geomorfologia na fragilidade potencial.....                  | 5  |
| Quadro 5.2.1-4 – Distribuição de pesos na variável pedologia na fragilidade potencial.....                      | 5  |
| Quadro 5.2.1-5 – Distribuição de pesos na variável declividade na fragilidade potencial.....                    | 6  |
| Quadro 5.2.1-6 – Graus da fragilidade potencial.....  | 6  |
| Quadro 5.2.1-7 – Fragilidade em relação aos graus de proteção do solo.....                                      | 6  |
| Quadro 5.2.1-8 – Superfície de Custo Cobertura Vegetal e Principais Usos da Terra.....                          | 10 |
| Quadro 5.2.1-9 – Superfície de Custo das Áreas de Preservação Permanente  | 11 |
| Quadro 5.2.1-10 – Superfície de Custo das Áreas de Reserva Legal .....  | 11 |
| Quadro 5.2.1-11 – Componentes Estruturais da Paisagem .....   | 11 |
| Quadro 5.2.1-12 – Superfície de Custo da Declividade .....  | 12 |
| Quadro 5.2.1-13 – Escala de valores AHP .....   | 13 |
| Quadro 5.2.1-14 – Matriz de comparação dos critérios adotados para a delimitação dos corredores ecológicos..... | 14 |
| Quadro 5.2.1-15 – Pesos Estatístico de cada tema .....  | 14 |

## Índice de Mapas

|   |    |
|---|----|
| MZ-01 - Mapa da Fragilidade Ambiental da APA .....          | 8  |
| MZ-02 - Mapa dos principais fragmentos da APA .....         | 16 |
| MZ-03 – Mapa do Zoneamento da APA de Campinas.....          | 18 |
| MZ-04 – Mapa das Áreas Estratégicas da APA de Campinas..... | 20 |

## 5 Zoneamento

### 5.1 Apresentação

O presente documento consiste no produto Pré – zoneamento previsto no contrato firmado entre a WALM Engenharia e Tecnologia Ambiental LTDA e a Prefeitura Municipal de Campinas, por meio da Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

### 5.2 Aspectos Metodológicos do Zoneamento

A definição do zoneamento caracteriza-se como uma etapa de consolidação do cruzamento dos dados do diagnóstico e dos dados coletados no processo participativo, onde dados primários e secundários são analisados e espacializados em áreas homogêneas definidas como zonas.

Tem o compromisso de espacializar as ações de preservação e de uso antrópico, definindo áreas com diferentes níveis de intervenções, partindo da Área de Preservação Permanente, onde o uso deve ser mais restritivo, até áreas que poderão ser utilizadas para a produção rural, lazer, moradia e atividades turísticas.

Visto que de acordo com o Roteiro Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo de Áreas de Proteção Ambiental elaborado pelo INEA – Instituto Estadual do Meio Ambiente, as APAs devem ser entendidas como um espaço que permite o desenvolvimento econômico e social local no território, porém:

sem perder de vista o uso racional e sustentável dos recursos naturais e a manutenção da qualidade de vida das populações locais. As APAs, portanto, devem atuar no fortalecimento das boas práticas socioambientais e na regulação do espaço, ordenando o crescimento e a degradação da qualidade ambiental que acompanha esta expansão. Em resumo, uma APA visa compatibilizar, através do ordenamento territorial, a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais (INEA, 2014, p.18).

Este processo de ordenamento territorial também é organizado de maneira a minimizar os impactos sociais preservando infraestruturas e usos que atualmente os proprietários fazem no território da APA, quando estes não causam impactos negativos ao meio ambiente e a conservação da qualidade da água dos cursos d'água locais. Portanto, o zoneamento ambiental deve estabelecer uma organização territorial, delimitando zonas ambientais com diferentes intensidades de usos e ocupação do solo e dos recursos naturais.

A definição dessas zonas tem por finalidade criar mecanismos de gestão administrativa sobre sua ocupação, implementando normas de uso e ocupação territorial para possibilitar o manejo dos recursos naturais, a conservação e

recuperação do ambiente e a melhoria da qualidade de vida, favorecendo o desenvolvimento econômico regional.

Na prática, as considerações utilizadas para se estabelecer as zonas de usos estão alicerçadas em diferentes princípios como: as restrições de usos, impostas pelas legislações ambientais e urbanísticas (código florestal, estatuto das cidades, entre outros); o uso atual do solo, parcelado em áreas socioambientais homogêneas (fragmentos vegetais, áreas de pastagens, cultivos); a fragilidade dos ambientes naturais e antropizados e, posteriormente, avaliação da equipe técnica, aplicando os conhecimentos específicos aliados à participação da comunidade e do poder público (por exemplo, reuniões de trabalho e oficinas participativas).

As análises das fragilidades dos ambientes naturais e antropizados basearam-se na metodologia proposta por Ross (1994). Tal metodologia tem como aspecto teórico central a definição das Unidades Ecodinâmicas, preconizadas por Tricart (1977) e complementada por Ross (1990) que as definiu como Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis.

As Unidades Ecodinâmicas Estáveis ou de Instabilidade Potencial representam áreas onde não houve intervenção do homem, como nos locais onde ainda ocorrem remanescentes de vegetação nativa. Por outro lado, as Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente são definidas como locais onde a intervenção antrópica alterou significativamente os ambientes naturais. (ROSS, 1994)

A análise da Instabilidade Potencial assim como da Instabilidade Emergente é fundamental para o planejamento estratégico, especificamente nas diretrizes relacionadas ao ordenamento territorial. De acordo com Ross (2011):

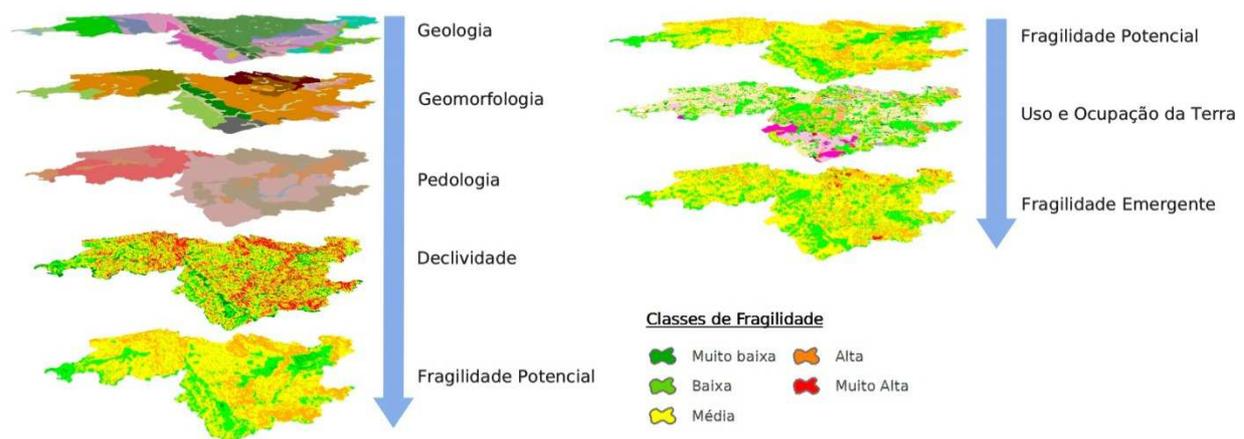
A identificação dos ambientes naturais e de suas fragilidades potenciais e emergentes permite melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial. Esse estudo identifica e analisa os ambientes em função de seus diferentes níveis de fragilidade. Nas áreas onde os graus de fragilidade forem mais baixos favorecem determinados tipos de inserção, já nas áreas mais frágeis exigem ações tecnicamente mais adequadas a essas condições (ROSS, 2011, p.73).

Kawakubo et al. (2005) consideram que o mapa de fragilidade ambiental constitui uma das principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial ambiental. O mapeamento da fragilidade ambiental permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições.

Os autores consideram ainda que a metodologia da fragilidade empírica proposta por Ross (1994) fundamenta-se no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre suas componentes físicas e bióticas. Os procedimentos operacionais para a sua construção exigem num primeiro momento os estudos básicos do relevo, solo, geologia, clima, uso da terra e cobertura vegetal, etc. Posteriormente, essas informações são analisadas de forma integrada gerando um produto síntese que expressa os diferentes graus de fragilidade que o ambiente possui em função de suas características genéticas (KAWAKUBO et al., 2005).

Para a análise da fragilidade ambiental utilizou-se como procedimento metodológico-operacional a análise multi-temática. Como tal procedimento é obrigatoriamente multi e interdisciplinar, todos os critérios utilizados - incluindo a escolha dos produtos analíticos, sua influência e peso - foram definidos com base no conhecimento da equipe multidisciplinar que compõe o Plano de Manejo. (ROSS, 2011).

Os produtos síntese elaborados foram dois mapas temáticos, um representando a Fragilidade Potencial e outro a Fragilidade Emergente da APA de Campinas. O mapa de Fragilidade Potencial está relacionado à vulnerabilidade natural do ambiente e considera aspectos relacionados ao meio físico para sua composição. Neste estudo, adaptou-se a metodologia citada utilizando-se como produtos temáticos a geologia, a geomorfologia, a pedologia e a declividade. O mapa de Fragilidade Emergente é o resultado da combinação do mapa de Fragilidade Potencial com o mapa temático de Uso e Ocupação da Terra, e representa as áreas em desequilíbrio causado pela intervenção antrópica. A **figura 5.2.1-1** apresenta os produtos analíticos utilizados e os produtos de síntese elaborados.



**Figura 5.2.1-1 – Fragilidade Ambiental da APA de Campinas**

A etapa inicial consistiu na elaboração do Mapa de Fragilidade Potencial. Para a integração dos dados foram definidos pesos em porcentagem, associados à importância de cada um dos temas, conforme o **Quadro 5.2.1-1**.

**Quadro 5.2.1-1 – Influência de cada variável na fragilidade potencial**

| Variável      | Influência (%) |
|---------------|----------------|
| Geologia      | 15             |
| Geomorfologia | 20             |
| Pedologia     | 30             |
| Declividade   | 35             |
| Total         | 100            |

Além disso, para cada classe dos produtos analíticos utilizados foi estabelecido um peso (valor). Para o nível de fragilidade “Muito Baixa” foi atribuído peso 1 (um), enquanto a “Muito Alta” apresenta peso 5 (cinco). Esta metodologia é adotada e necessária para a execução do geoprocessamento, pois este processo viabiliza a alimentação do algoritmo de correlação que efetivará o relacionamento entre as variáveis. Este processamento trabalha sempre em matrizes numéricas. A distribuição desses pesos está apresentada nos quadros a seguir.

**Quadro 5.2.1-2 – Distribuição de pesos na variável geologia na fragilidade potencial**

| Geologia                                | Peso |
|---|------|
| Aluviões                                | 3    |
| Arenito feldspáticos                    | 3    |
| Biotita granitos                        | 1    |
| Biotita quartzo + granitos              | 1    |
| Gnaisses                                | 1    |
| Granito                                 | 1    |
| Hornblenda - biotita granitos           | 3    |
| Hornblenda-biotita granitóide gnáissico | 1    |
| Protomilonitos                          | 3    |

**Quadro 5.3.1-3 – Distribuição de pesos na variável geomorfologia na fragilidade potencial**

| Geomorfologia                        | Peso |
|--------------------------------------|------|
| Mp - Morros paralelos                | 4    |
| MMT - Morros e morrotes              | 4    |
| MTCc - Morrotes e colinas de cimeira | 3    |
| Cav - Colinas alveolares             | 1    |
| Pf - Planícies fluviais              | 1    |
| CMT - Colinas e morrotes             | 2    |
| MTP - Morrotes paralelos             | 3    |
| CpMT - Colinas pequenas e morrotes   | 2    |
| Ev - Escarpas degradadas             | 5    |

**Quadro 5.3.1-4 – Distribuição de pesos na variável pedologia na fragilidade potencial**

| Pedologia  | Peso |
|--|------|
| ARGISSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico típico, A moderado, textura média/argilosa (PVe3)   | 4    |
| ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico típico e nitossódico, A moderado, textura média/argilosa e argilosa não cascalhento e cascalhento (PVAd6)  | 3    |
| Cambissolo + Argissolo Vermelho Amarelo (CXbd4)  | 4    |
| ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Distrófico típico e abrupto, A moderado, textura média/argilosa cascalhenta e não cascalhenta (PVe4)  | 3    |
| LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa (LVd2)  | 1    |
| Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e VERMELHO abrupto e típico, textura média cascalhenta/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb típico, textura média cascalhenta, todos Eutróficos e Distróficos, A moderado (PVAe3) | 3    |

| Pedologia   | Peso |
|---|------|
| Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico, textura média/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico e Distrófico, textura média e argilosa, ambos típicos, A moderado (PVAd9) | 3    |
| Complexo de Gleissolo Háplico e Melânico + Neossolo Flúvico + Cambissolo Flúvico (GXb1)   | 2    |
| LATOSSOLO VERMELHO e VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa (LVd4)  | 1    |

**Quadro 5.3.1-5 – Distribuição de pesos na variável declividade na fragilidade potencial**

| Declividade  | Peso |
|--------------|------|
| Menor que 6% | 1    |
| De 6 a 12%   | 2    |
| De 12 a 20%  | 3    |
| De 20 a 30%  | 4    |
| Acima de 30% | 5    |

Após a elaboração do Mapa de Fragilidade Potencial foi gerado o Mapa de Fragilidade Emergente da APA de Campinas, considerando a fragilidade em relação aos graus de proteção do solo. Nesta etapa, ambos os fatores analisados tiveram a mesma influência, cada um contribuindo com 50%. Os **Quadros 5.2.1-6 e 5.2.1-7** apresentam os pesos atribuídos a cada classe do mapa temático de Fragilidade Potencial e do mapa temático de Uso e Ocupação da Terra.

**Quadro 5.3.1-6 – Graus da fragilidade potencial**

| Fragilidade Potencial | Peso |
|-----------------------|------|
| Muita baixa           | 1    |
| Baixa                 | 2    |
| Média                 | 3    |
| Alta                  | 4    |
| Muito Alta            | -    |

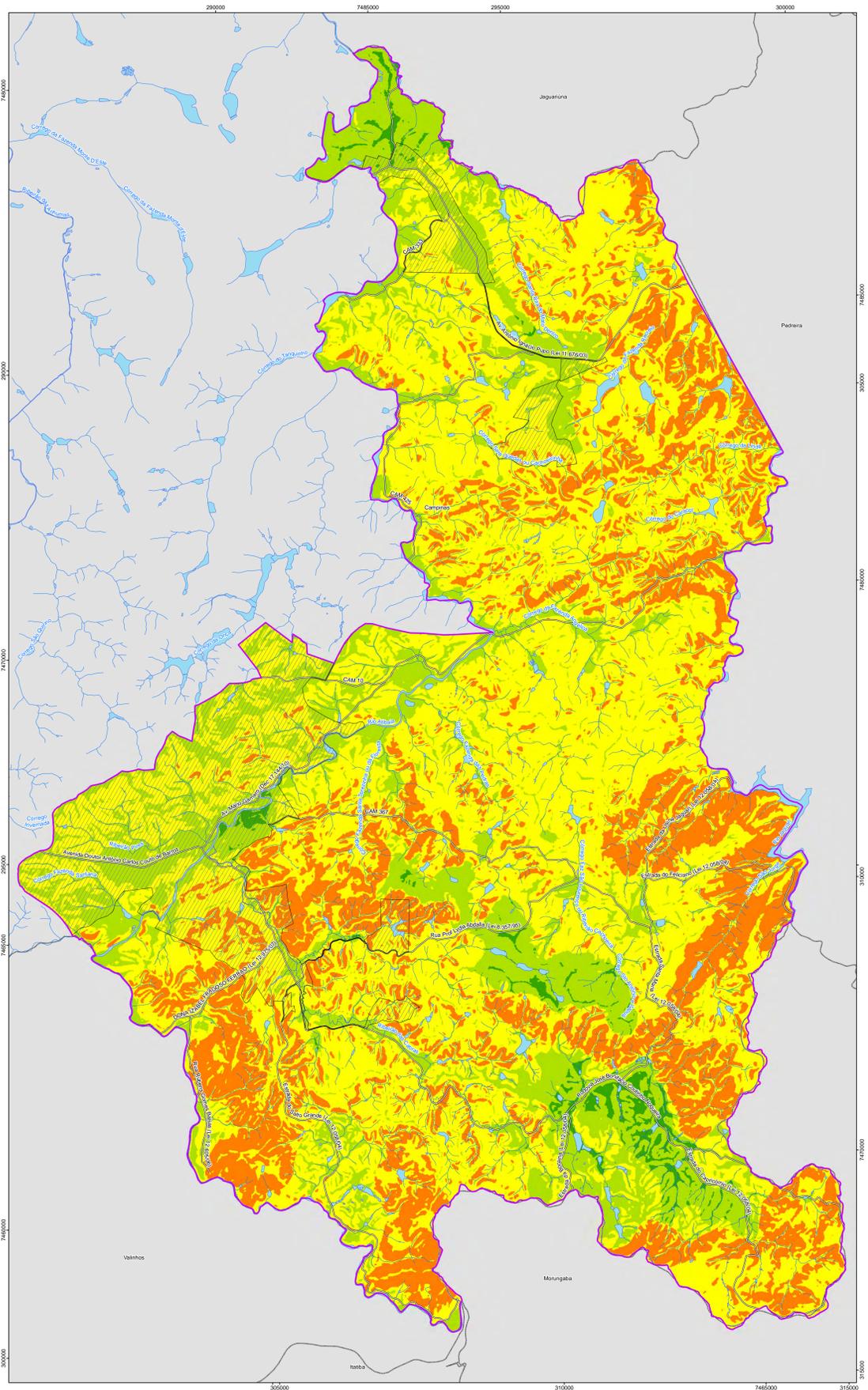
**Quadro 5.3.1-7 – Fragilidade em relação aos graus de proteção do solo**

| Uso e Ocupação do Solo | Peso |
|------------------------|------|
| Campo antrópico        | 3    |
| Caos de blocos         | 5    |
| Cobertura Vegetal      | 1    |
| Comércio e Serviço     | 2    |
| Corpo-d'água           | -    |
| Cultura permanente     | 3    |
| Cultura temporaria     | 2    |
| Equipamento Social     | 2    |
| Estradas               | 4    |

| Uso e Ocupação do Solo | Peso |
|------------------------|------|
| Habitação Precária     | 3    |
| Industrial             | 3    |
| Infraestrutura         | 3    |
| Misto                  | 2    |
| Pastagem               | 3    |
| Reflorestamento        | 2    |
| Residencial            | 2    |
| Residencial Novo       | 3    |
| Silvicultura           | 3    |
| Solo exposto           | 5    |
| Total                  | 50   |

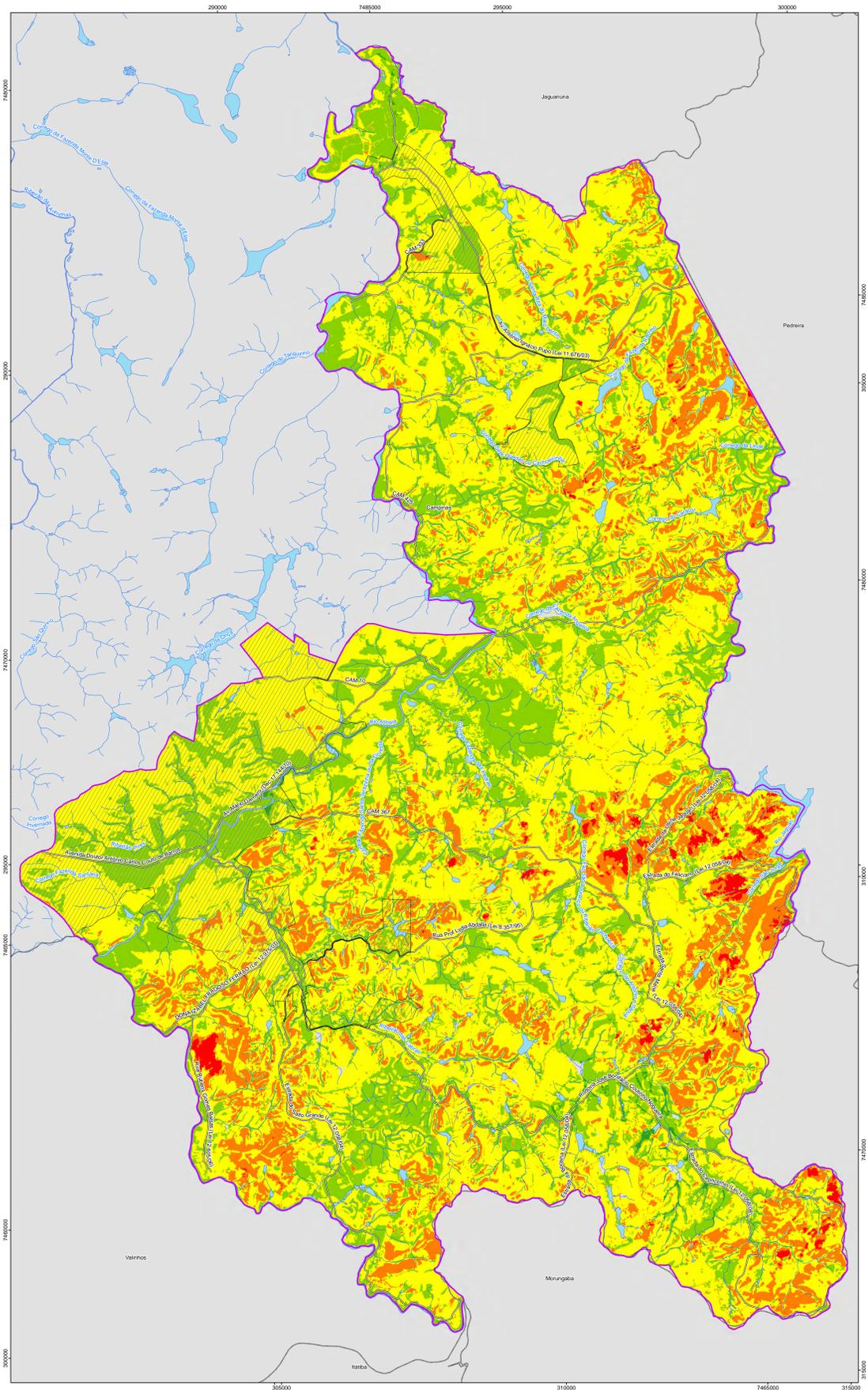
Na sequência é apresentado o mapa de fragilidade ambiental da APA de Campinas **MZ-01**.

**Fragilidade Potencial**



Escala 1:40.000  
 0 0,4 0,8 1,2 1,6 2 km  
 Projeção UTM - Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S

**Fragilidade Emergente**



Escala 1:40.000  
 0 0,4 0,8 1,2 1,6 2 km  
 Projeção UTM - Datum SIRGAS 2000 - Fuso 23S

**Classes de Fragilidade**

- Muito baixa
- Baixa
- Média
- Alta
- Muito Alta

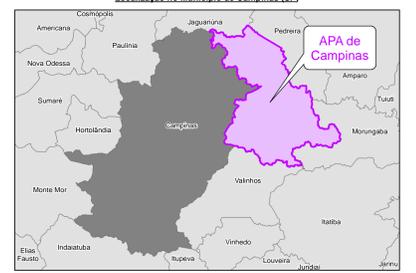
**Legenda**

- APA de Campinas

**Convenções Cartográficas**

- Rede hidrográfica
- Corpo d'água
- Rede viária
- Limite municipal
- Perímetro urbano

**Localização no Município de Campinas (SP)**



|  |  |
|--|--|
|  | QUANTO: Prefeitura de Campinas<br>ESTUDO: Plano de Manejo (PM) da Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal de Campinas |
|  | LOCAL: Campinas - SP   |
| TÍTULO: MAPA DE FRAGILIDADE AMBIENTAL DA APA DE CAMPINAS | ESCALA: 1:40.000   |
| DATA: Jul/2017   | DESENHO: Eder R. Silvestre   |
| RESP. TÉCNICO: Jacinto Costanzo Junior                   | DATA: 16/06/2014   |

Fone: +55 19 3244-1000 - BGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2005), escala 1:250.000 (adaptado).

Foram somadas à análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizadas potencialidades identificadas nesse território, as quais foram elencadas a partir dos dados de diagnóstico técnico e oficinas e reuniões participativas. Além das potencialidades foram identificados pontos de conflitos, como atividades que possam entrar em conflito com os objetivos de conservação do território da APA.

A identificação de potencialidades e fragilidades são etapas importantes do processo de planejamento ambiental, de acordo com Santos (2004):

Em planejamento ambiental, as zonas costumam expressar as potencialidades, vocações, fragilidades, suscetibilidades, acertos e conflitos de um território (SANTOS, 2004, p.133).

Para a compartimentação do território da APA em zonas utilizou-se ainda como um de seus elementos estruturadores a presença dos fragmentos florestais.

Foram selecionados os 15 maiores fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual existentes no território da APA de Campinas, os quais estão apresentados no **Mapa MZ-02 – Mapa dos Principais Fragmentos da APA**, adicionalmente, as microbacias desses fragmentos foram delimitadas. Destaca-se que o Fragmento FES Espírito Santo-Macuco está fragmentado em duas manchas distintas diferenciadas como a e b. Estes fragmentos são aqui entendidos como fragmentos fontes de biodiversidade e importantíssimos de serem preservados.

Com o objetivo de potencializar a condição ecológica da APA, áreas de conexão entre os principais fragmentos foram propostas, denominadas aqui como corredores ecológicos.

Os corredores ecológicos propostos no Plano de Manejo da APA de Campinas foram delimitados visando à conectividade estrutural da paisagem. Para atingir tal objetivo, adotou-se o modelo de menor custo que permitiu identificar, segundo determinados critérios (superfície de custo), quais os caminhos mais eficientes para a união de dois ou mais fragmentos de vegetação nativa.

O desenvolvimento do modelo de menor custo foi realizado no software ArcGIS e teve como critérios básicos a Declividade, o Uso e Ocupação do Solo, as Áreas de Proteção Permanente, as Reservas Legais e os Componentes Estruturais da Paisagem. O procedimento metodológico contou com as seguintes etapas:

1. Criação de uma superfície de custo para cada critério;
2. Combinação das superfícies de custo com base na análise multicritério;
3. Determinação da distância e direção de custo;
4. Definição do caminho de menor custo cumulativo.

Para a criação das superfícies de custo os temas selecionados foram classificados em uma escala de 1 a 100, sendo que o valor igual a 1 representa as superfícies mais favoráveis para a implantação dos corredores ecológicos e o valor igual a 100 as áreas com restrições à sua implantação. Os quadros a seguir

apresentam os pesos atribuídos às classes e a justificativa para adoção de tais valores.

**Quadro 5.3.1-8 – Superfície de Custo Cobertura Vegetal e Principais Usos da Terra**

| Classes  | Custos | Justificativa  |
|--|--------|--|
| <b>Floresta Estacional Semidecidual</b>        | 1      | Áreas adequadas e prioritárias para a criação de Corredores Ecológicos.  |
| <b>Eucalipto com regeneração de sub-bosque</b> | 10     | Áreas adequadas para a criação de Corredores Ecológicos.   |
| <b>Vegetação Pioneira</b>                      | 15     | Representam áreas com vegetação em estágio incipiente de regeneração e, portanto, locais propícios para a implantação de corredores ecológicos.  |
| <b>Campos de Várzea</b>                        | 20     | Constituem áreas importantes para a preservação e habitats específicos para alguns grupos da fauna e flora.  |
| <b>Afloramento rochoso</b>                     | 20     | Os locais de afloramento rochoso são adequados para a implantação de corredores ecológicos, pois podem conter remanescentes raros de vegetação rupestre e estão associados a fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual.                 |
| <b>Campo antrópico</b>                         | 50     | Áreas passíveis de ações de restauração florestal para a implantação de corredores ecológicos.   |
| <b>Reflorestamento</b>                         | 75     | Áreas com a presença de Pinus e Eucalipto. Representam possíveis locais de passagem de fauna, porém não constituem um uso do solo adequado à implantação dos corredores ecológicos.  |
| <b>Agrupamento Arbóreo/Bosques</b>             | 75     | Áreas compostas por bosques, maciços homogêneos, cercas vivas e agrupamentos de indivíduos arbóreos. Representam possíveis locais de passagem de fauna, apesar de não constituírem locais adequados à implantação dos corredores ecológicos. |
| <b>Solo exposto</b>                            | 75     | Áreas em processo de ocupação e, portanto, com baixa aptidão para a implantação de corredores ecológicos, embora possam incluir, também, áreas degradadas recomendadas para recuperação.   |
| <b>Cultura temporária e permanente</b>         | 85     | Áreas que funcionam como barreiras para a implantação dos Corredores Ecológicos, embora possam ser utilizados por alguns grupos da fauna.  |
| <b>Uso Urbano</b>                              | 100    | Áreas que funcionam como barreiras para a implantação dos Corredores Ecológicos  |
| <b>Corpo-d'água</b>                            | 100    | Áreas que funcionam como barreiras para a implantação dos Corredores Ecológicos  |
| <b>Estradas*</b>                               | 100    | Áreas que funcionam como barreiras para a implantação  |

| Classes | Custos | Justificativa             |
|---------|--------|---------------------------|
|         |        | dos Corredores Ecológicos |

Legenda: (\*) = As estradas foram inseridas no mapeamento da Cobertura Vegetal e Principais Usos da Terra pela relevância que possuem na fragmentação do território e, conseqüentemente, na criação dos corredores ecológicos.

#### Quadro 5.3.1-9 – Superfície de Custo das Áreas de Preservação Permanente

| Classe   | Custo | Justificativa  |
|--|-------|--|
| Área de Preservação Permanente                 | 1     | Áreas prioritárias para restauração florestal e implantação de Corredores Ecológicos |
| Locais fora de Áreas de Preservação Permanente | 100   | Áreas mais complexas para a aquisição e ações de restauração florestal               |

#### Quadro 5.3.1-10 – Superfície de Custo das Áreas de Reserva Legal

| Classe                       | Custo | Justificativa  |
|------------------------------|-------|--|
| Área de Reserva Legal        | 1     | Áreas prioritárias para restauração florestal e implantação de Corredores Ecológicos |
| Locais fora de Reserva Legal | 100   | Áreas mais complexas para a aquisição e ações de restauração florestal               |

#### Quadro 5.3.1-11 – Componentes Estruturais da Paisagem

| Classe         | Custo | Justificativa   |
|----------------|-------|---|
| Núcleo         | 1     | Áreas adequadas para a criação de Corredores Ecológicos   |
| Borda          | 1     | Áreas adequadas para a criação de Corredores Ecológicos   |
| Corredor       | 10    | Áreas que já atuam na conectividade dos habitats e apresentam alto potencial para criação dos Corredores Ecológicos   |
| Stepping-stone | 15    | Áreas que já atuam na conectividade da paisagem, porém sua efetividade é menor que os corredores. Podem contribuir para a formação de corredores ecológicos.  |
| Braços         | 30    | Os braços (ramos) representam, em alguns casos, conexões quebradas entre habitats e sua restauração pode contribuir para a formação de novos corredores ecológicos. (VOGT et al., 2007)                             |
| Laço           | 30    | Os laços são elementos lineares que conectam porções do mesmo núcleo. Embora não representem estruturas efetivas para a conectividade da paisagem, podem contribuir para a formação de novos corredores ecológicos. |
| Perfuração     | 60    | São áreas que representam clareiras em habitats que possuem área núcleo. Dessa forma, não constituem locais   |

| Classe        | Custo | Justificativa   |
|---------------|-------|---|
|               |       | potenciais para integrar os corredores ecológicos.  |
| <b>Matriz</b> | 60    | Áreas passíveis de ações de restauração florestal para a implantação de corredores ecológicos |

**Quadro 5.3.1-12 – Superfície de Custo da Declividade**

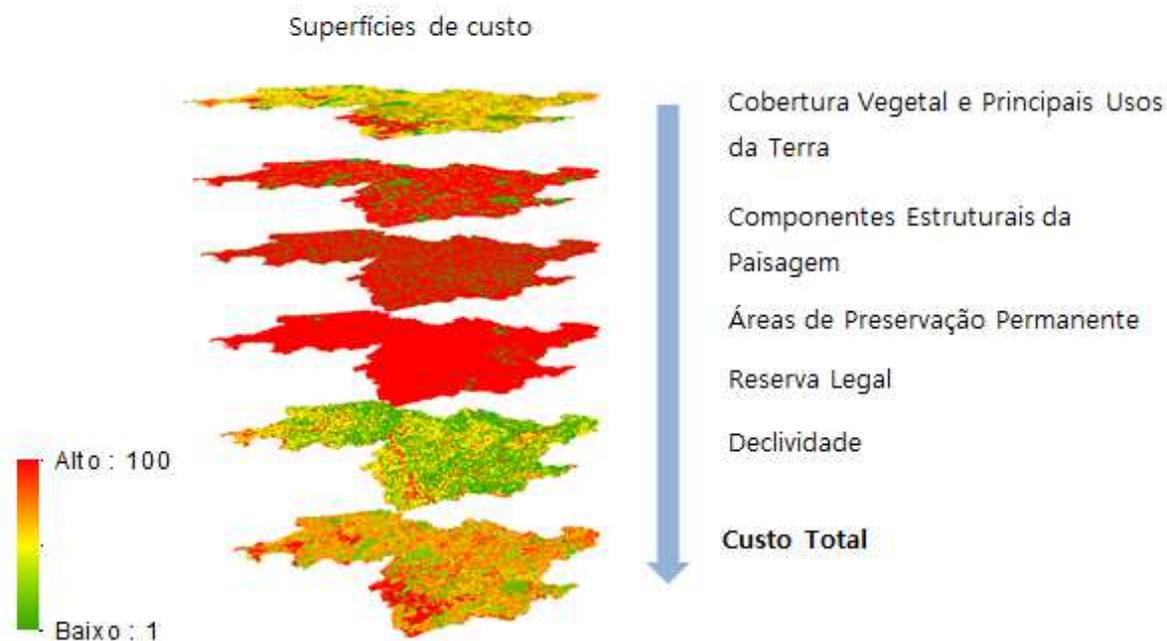
| Classes de Declividade (Porcentagem) | Custo | Justificativa   |
|--------------------------------------|-------|---|
| <b>&lt;8</b>                         | 100   | Relevo plano a suave ondulado, onde há possibilidade de utilização da agricultura mecanizada em grande parte do ano e onde a suscetibilidade a erosão é menor. São áreas propícias a ocupação humana e, portanto, com baixo potencial para integrar os corredores ecológicos. |
| <b>8 a 20</b>                        | 50    | Relevo moderadamente ondulado a ondulado, propícias à implantação de corredores ecológicos.   |
| <b>&gt;20</b>                        | 1     | Relevo fortemente ondulado a escarpado, onde há restrição à utilização da agricultura mecanizada e a suscetibilidade a erosão é maior. São áreas indicadas à implantação de corredores ecológicos.  |

Após a reclassificação dos temas e da atribuição de valores de custo de cada classe para a implantação dos corredores ecológicos, a próxima etapa consistiu na combinação, através da análise multicriterial, das superfícies de custo e baseou-se na seguinte fórmula:

$$\text{Custo Total} = P1 * \text{Custo Declividade} + P2 * \text{Cobertura Vegetal e Principais Usos da Terra} + P3 * \text{Custo APP} + P4 * \text{Custo Reserva Legal}$$

Onde:

P1, P2, P3 e P4 são os pesos atribuídos a cada tema.



**Figura 5.2.1-1 – Superfícies de Custo**

Para a determinação estatística do peso atribuído para cada tema empregado na análise foi utilizado o método de análise hierárquica (Analytic Hierarchy Process - AHP) proposto por Saaty (1977). Tal método propõe a modelagem de problemas baseado em uma estrutura de decisão hierárquica. Os critérios, ou temas selecionados, são comparados fazendo-se o uso da escala de valores AHP, conforme quadro apresentado na sequência.

**Quadro 5.3.1-13 – Escala de valores AHP**

| VALORES | IMPORTÂNCIA MÚTUA                     |
|---------|---------------------------------------|
| 1/9     | Extremamente menos importante que     |
| 1/7     | Muito fortemente menos importante que |
| 1/5     | Fortemente menos importante que       |
| 1/3     | Moderadamente menos importante que    |
| 1       | Igualmente importante a               |
| 3       | Moderadamente mais importante que     |
| 5       | Fortemente mais importante que        |
| 7       | Muito fortemente mais importante que  |
| 9       | Extremamente mais importante que      |

A matriz de comparação foi elaborada baseada na experiência da equipe multidisciplinar responsável pela elaboração do Plano de Manejo. O **Quadro 5.2.1-14** demonstra os temas analisados e os valores de comparação atribuídos entre eles:

**Quadro 5.3.1-14 – Matriz de comparação dos critérios adotados para a delimitação dos corredores ecológicos**

| Fatores                                      | Cobertura Vegetal e Principais Usos da Terra | APP | Reserva Legal | Declividade | Componentes Estruturais da Paisagem |
|--|--|-----|---------------|-------------|-------------------------------------|
| Cobertura Vegetal e Principais Usos da Terra | 1  | 3   | 3             | 5           | 3                                   |
| APP  | 1/3  | 1   | 3             | 5           | 1/3                                 |
| Reserva Legal                                | 1/3  | 1/3 | 1             | 3           | 1/3                                 |
| Declividade                                  | 1/5  | 1/5 | 1/3           | 1           | 1/5                                 |
| Componentes Estruturais da Paisagem          | 1/3  | 3   | 3             | 5           | 1                                   |

A Cobertura Vegetal e Principais Usos da Terra recebeu um grau de importância maior em relação aos outros temas, pois algumas classes, mesmo quando inseridas em locais com restrições legais, representam áreas que inviabilizam a implantação de corredores ecológicos, como por exemplo, áreas edificadas.

Os Componentes Estruturais da Paisagem apresentam um peso estatístico menor que a Cobertura Vegetal e Principais Usos da Terra e maior que os outros temas, pois representam modelos espaciais importantes para a estimativa da biodiversidade e também para a conectividade dos habitats da APA de Campinas. As Áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reservas Legais receberam um grau de importância maior que a Declividade, porém menor que os outros temas. Em função de seu aspecto legal, tais áreas têm a sua ocupação restrita e a obrigatoriedade de recomposição nestes locais serve como fator indutor para a restauração florestal. As APPs ainda apresentam grande potencial para conectividade estrutural da paisagem e são fundamentais para a preservação dos recursos hídricos, do solo e da biodiversidade. A declividade foi o fator menos relevante no contexto da implantação dos corredores ecológicos.

Com base nos valores de comparação o peso estatístico de cada tema foi gerado automaticamente, resultando na superfície de custo total. O quadro a seguir apresenta os pesos estatísticos de cada tema obtidos com a aplicação do método AHP.

**Quadro 5.3.1-15 – Pesos Estatístico de cada tema**

| Fatores                                      | Peso Estatístico |
|--|------------------|
| Cobertura Vegetal e Principais Usos da Terra | 41,845           |
| Componentes Estruturais da Paisagem          | 26,747           |
| APPs   | 17,097           |
| Reserva Legal                                | 9,673            |
| Declividade                                  | 4,673            |

A próxima etapa consistiu no cálculo da distância e da direção de custo. De acordo com Jales (2013, p. 32), as funções de custo avaliam o “vizinho de cada célula, começando com a origem, multiplica o custo médio entre cada um pela

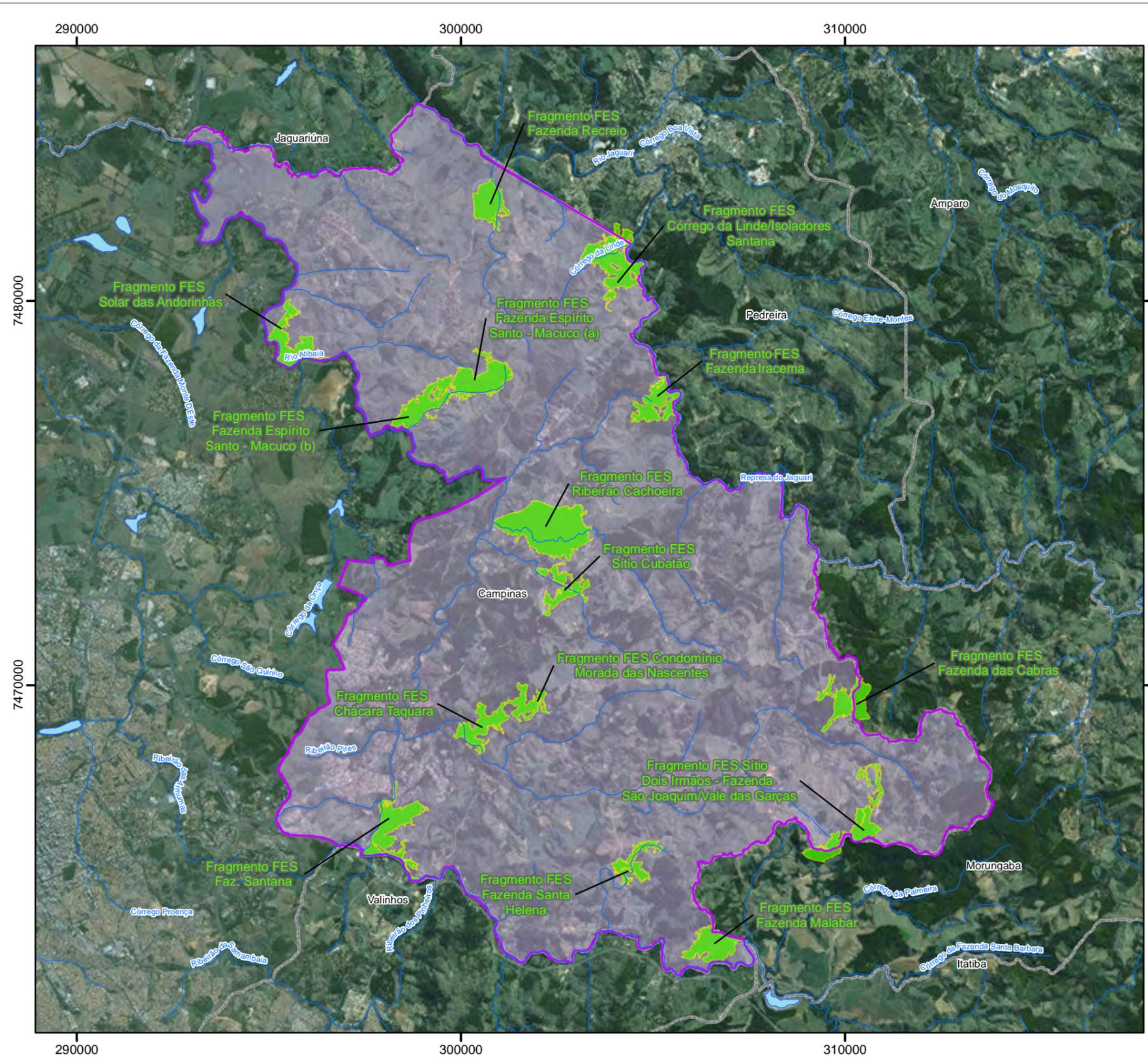
distância entre eles e atribui a cada uma das células vizinhas um valor de custo estimado”. Tais funções diferem da distância euclidiana, ou distância métrica, que considera o valor real entre dois pontos e desconsidera a resistência da paisagem ao deslocamento das espécies.

Baseado no cálculo da distância e na direção de custo a próxima etapa consistiu no cálculo do menor custo para a implantação dos corredores ecológicos visando à conexão dos fragmentos de vegetação nativa da APA de Campinas. Por fim, após a determinação dos caminhos para estabelecimento dos corredores, foi definido seu limite de 100 metros de largura, com base em Brancalion, Gandolfi e Rodrigues (2015).

Reforça-se que, além dos corredores propostos e definidos com base no método acima detalhado, ou seja, a partir do modelo de menor custo, dois outros corredores foram propostos a partir da análise do resultado encontrado. Devido à importância da Mata Ribeirão Cachoeira, fragmento de Floresta Estacional Semidecidual de maior relevância para a APA; porém, localizado próximo ao limite desta, em um trecho bastante recortado do território, com o intuito de aumentar sua proteção e incrementar sua conectividade, foram propostos mais dois corredores ecológicos a partir deste fragmento.

Um destes corredores é proposto para um trecho da APA localizado à margem do rio Atibaia, a partir do Fragmento FES Ribeirão Cachoeira até seu limite norte, no encontro com a Rodovia Governador Doutor Ademar Pereira de Barros. Esse corredor corresponde a uma faixa de 100 metros de largura medida a partir da borda da calha do leito regular do rio Atibaia, se sobrepondo, em parte, à APP deste curso-d’água. Este corredor foi estabelecido visando não somente a conectividade da Mata Ribeirão Cachoeira com outros fragmentos importantes da APA, como o Fragmento FES Fazenda Espírito Santo-Macuco e Fragmento FES Solar das Andorinhas, como, também, potencializando a conectividade deste fragmento com o restante do município, em especial, com o fragmento da Fazenda São Vicente, um Patrimônio Natural Tombado, e com a ARIE Mata de Santa Genebra, conforme a proposta de Linhas de Conectividade do Plano Municipal do Verde (SVDS, 2016). A recuperação, restauração da vegetação nativa e proteção deste trecho também contribuirá para a conservação das águas do rio Atibaia e de seu ecossistema aquático, além das funções específicas relacionadas à conectividade da paisagem.

O outro corredor ecológico proposto também parte do Fragmento FES Ribeirão Cachoeira, desta vez em direção ao rio Jaguari, mais especificamente em direção ao Fragmento FES Fazenda Santana do Atalaia e fragmento FES Fazenda Riberião, ambos localizados ao sul do Fragmento FES Fazenda Iracema. Este corredor, assim como os demais, é proposto como uma faixa com largura de 100 metros e objetivará o incremento da conectividade entre os fragmentos de vegetação nativa presentes na margem esquerda da APA com aqueles presentes em sua margem direita, a partir do Ribeirão Cachoeira.



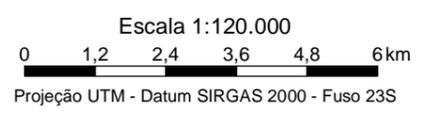
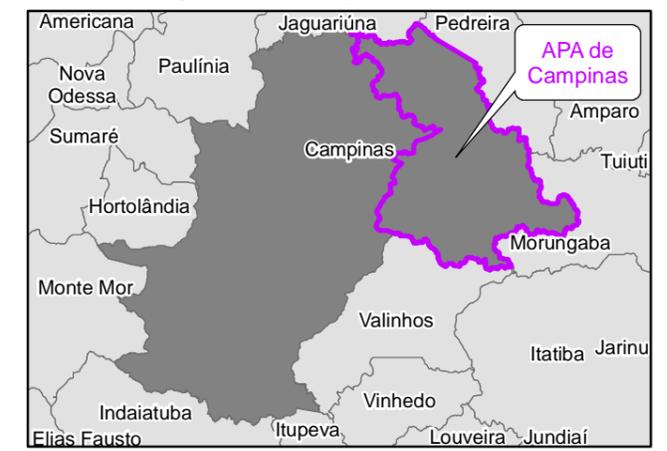
**Legenda**

- Principais Fragmentos Florestais
- APA de Campinas

**Convenções Cartográficas**

- Rede hidrográfica
- Corpo-d'água
- Limite municipal

**Localização no Município de Campinas (SP)**



Fonte:  
 - Base Vetorial Contínua - IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2009), escala 1:250.000 (adaptado).  
 - Imagem de Satélite disponibilizada pela Esri World Imagery Map, Julho, 2017.

|            |                                       |  |
|------------|---------------------------------------|--|
|            | CLIENTE                               | Prefeitura de Campinas   |
|            | ESTUDO                                | Plano de Manejo (PM) da Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal de Campinas |
| LOCAL      | Campinas - SP                         |  |
| TÍTULO     | MAPA DOS PRINCIPAIS FRAGMENTOS DA APA |  |
| REFERÊNCIA | MZ-02                                 |  |

## 5.3 Resultados

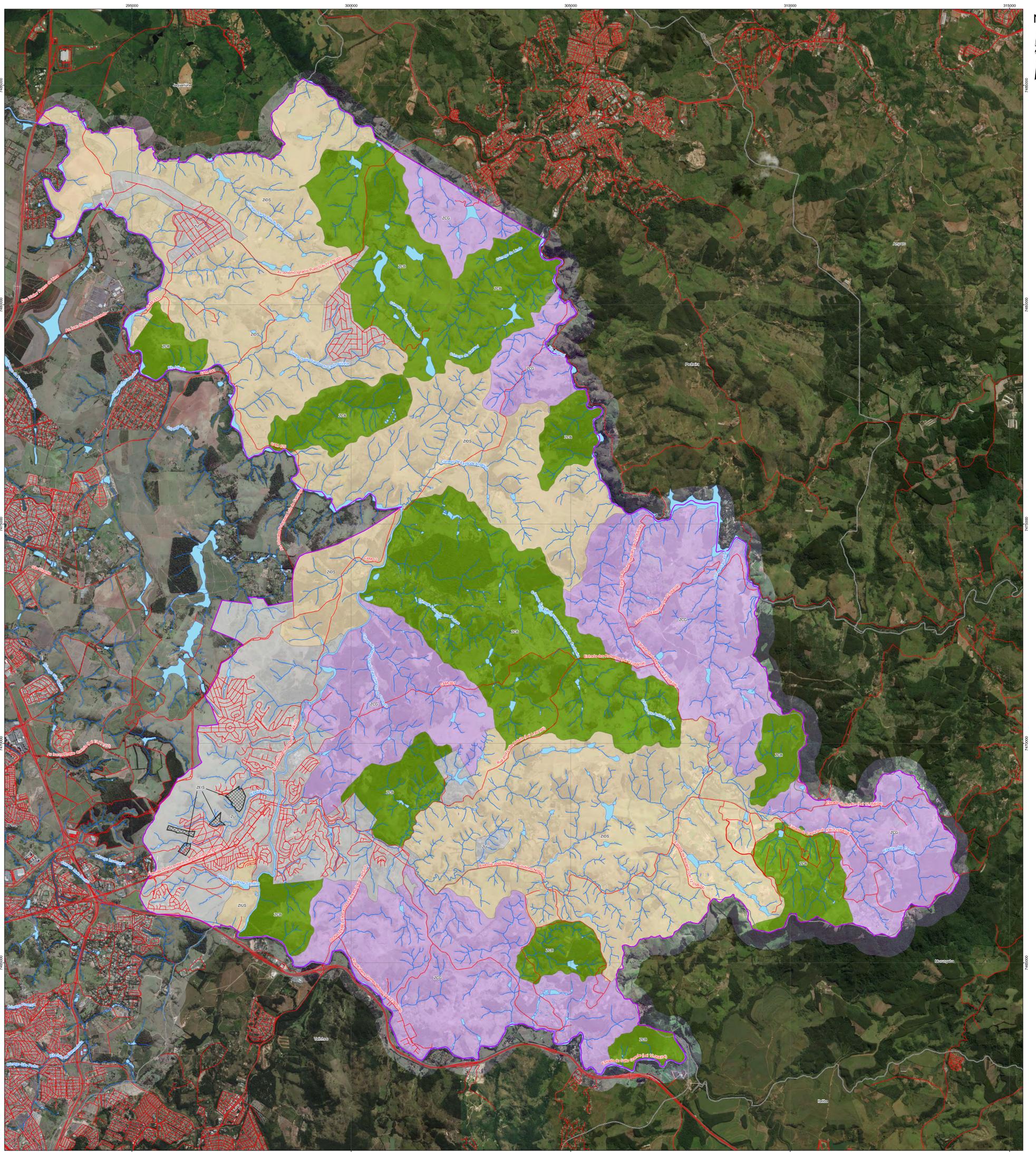
### 5.3.1 Definição das Zonas

O zoneamento da APA de Campinas divide o território em cinco zonas (**Mapa MZ 03 – Mapa do Zoneamento da APA de Campinas**), sendo elas:

- **Zona de Conservação da Biodiversidade (ZCB)** – Corresponde aos espaços que abrangem os principais fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES) compreendendo, também, as microbacias por eles interceptadas. Como já apresentado anteriormente, os principais fragmentos de FES da APA estão representados no **Mapa MZ-02**.

Esta zona tem como especial objetivo a conservação da biodiversidade terrestre e aquática, além da proteção aos recursos hídricos e da manutenção da qualidade socioambiental. Embora possa admitir um nível de utilização em setores já alterados do território, possui normas de controle mais restritivas.

- **Zona de Conservação Geoambiental (ZCG)** – Abrange os terrenos de alta fragilidade ambiental conforme exposto no **Mapa MZ-01**, com características limitantes à ocupação e potencial incidência de movimentos de massa e processos erosivos. Admite uso controlado em áreas antropizadas com regramento restritivo.
- **Zona de Interesse ao Desenvolvimento Sustentável (ZIDS)** – Compreende a maior porção territorial da APA, terrenos com baixa fragilidade ambiental, menores declividades, dispersos entre o norte e sul do território. Áreas que apresentam potencial para o desenvolvimento de atividades turísticas, devido à presença de elementos cênicos, fazendas históricas com potencial de visitação. Além das atividades turísticas é um território com vocação para atividades agro-silvo-pastoris.
- **Zona Especial de Interesse Social (ZEIS)** – Abrange as porções do território destinadas à moradia digna da população em situação de vulnerabilidade social, incluindo as áreas reivindicadas pelo Movimento de Moradia e Cidadania (MDC).
- **Zona Urbana (ZU)** - Localidades que integram o Perímetro Urbano de Campinas, compreendendo os distritos de Sousas e Joaquim Egídio e os bairros Carlos Gomes e Gargantilha. Os limites, as atividades permitidas e a taxa de ocupação previstos para esta zona terão como principal guia o Plano Diretor municipal que incidir sobre ela.



Escala 1:30.000  
 0 0,3 0,6 0,9 1,2 1,5 km  
 Projeção UTM - SIRGAS 2000 - Fuso 22S

**Zonamento**

- ZCB Zona de Conservação de Biodiversidade
- ZCG Zona de Conservação Geomorfológica
- ZDS Zona de Interesse ao Desenvolvimento Sustentável
- ZEIS Zona Especial de Interesse Social
- ZU Zona Urbana

**Legenda**

- APA de Campinas

**Convenções Cartográficas**

- Rede hidrográfica
- Corpo-d'água
- Rede viária
- Limite Municipal

**Localização no Município de Campinas (SP)**



|             |  |       |             |          |                   |
|-------------|--|-------|-------------|----------|-------------------|
| CLIENTE:    | Prefeitura de Campinas   |       |             |          |                   |
| ESTUDO:     | Plano de Manejo (PM) da Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal de Campinas |       |             |          |                   |
| LOCAL:      | Campinas - SP  |       |             |          |                   |
| TÍTULO:     | MAPA DO ZONEAMENTO DA APA DE CAMPINAS  |       |             |          |                   |
| ESCALA:     | 1:30.000   | DATA: | Jul./2017   | DESENHO: | Eder R. Silvestre |
| RESP. TEC.: | Jacinto Costanzo Junior  | CREA: | 600858443/D | USO:     |                   |

Fontes:  
 - Base Veicular Contínua - IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2009), escala 1:250.000 (adaptado).  
 - OpenStreetMap (mapa) contribuintes, CC BY-SA.  
 - Imagem de satélite WorldView 2 (2012), disponibilizada pelo cliente.  
 - Imagem de Satélite disponibilizada pela Esri World Imagery Map, Dezembro/2016.

### 5.3.2 Definição das Áreas Estratégicas

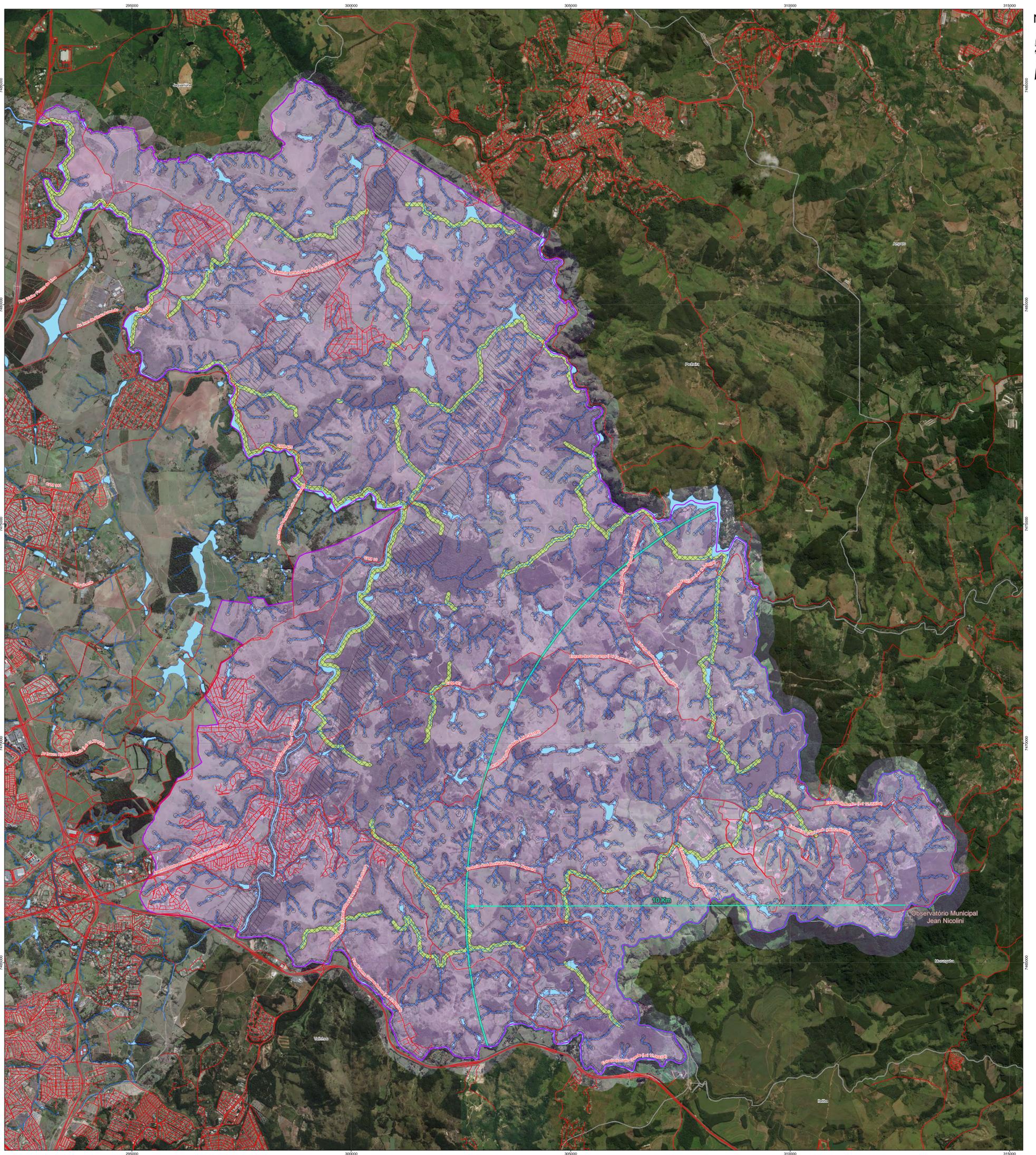
As áreas estratégicas são frações do território que possuem características singulares com potencial de influenciar o regramento do uso da terra, identificadas em uma ou mais zonas definidas no PM. Essas áreas são consideradas estratégicas, pois representam pontos de partida para a implantação de programas diferenciados de conservação e desenvolvimento.

Foram definidas três áreas estratégicas no território da APA (**Mapa MZ-04 – Mapa das Áreas Estratégicas da APA de Campinas**), sendo elas:

- **Área de Recuperação Ambiental (ARA)** – Áreas que correspondem aos corredores ecológicos propostos a fim de conectar os principais fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual da APA de Campinas (**Mapa MZ-02**), os quais estão localizados na Zona de Conservação da Biodiversidade. Inclui, também, todas as Áreas de Preservação Permanente (APP) inseridas no território da APA.

Esta área tem como objetivo principal a recuperação ambiental, sobretudo, por meio da recomposição da vegetação nativa, de modo a promover a manutenção e incremento da conectividade no território da APA de Campinas, contribuindo assim para a conservação de sua biodiversidade. Além disso, a recomposição da vegetação nas APP contribui, também, para a proteção dos recursos hídricos e do ecossistema aquático.

- **Área de Proteção do Observatório Municipal (APOM)** – Corresponde aos raios de proteção estipulados por lei necessários ao funcionamento do observatório municipal.
- **Área de Cisalhamento (AC)** – Território com terrenos propensos à recarga hídrica subterrânea em razão do fraturamento e falhamento das rochas.



Escala 1:30.000  
 0 0,3 0,6 0,9 1,2 1,5 km  
 Projeção UTM - SIRGAS 2000 - Fuso 22S

- Áreas Estratégicas da APA de Campinas**
- APOCM Área de Proteção do Observatório Municipal
  - AC Área de Cisalhamento
  - ARA Área de Recuperação Ambiental - APP
  - ARA Área de Recuperação Ambiental - Corredores Ecológicos Propostos

- Legenda**
- APA de Campinas

- Convenções Cartográficas**
- Rede Hidrográfica
  - Corpo-d'água
  - Rede viária
  - Limite Municipal



Fonte:  
 - Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM (2016).  
 - Ministério da Meio Ambiente (Instituto IBR). Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/3p00/brasil/brasil.html>.  
 - Prefeitura Municipal de Campinas - Plano de Gestão da Área de Proteção Ambiental de Sousa e Joaquim Egídio, 1996.  
 - Mapa de Produção Similar do Município de Campinas, Escala 1:100.000 (1974).  
 - OpenStreetMap (and contributors), CC BY-SA.  
 - Base Vetorial Contínua - IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2009), escala 1:250.000 (adaptado).  
 - Imagem de satélite Worldview 2 (2012), disponibilizada pelo cliente.  
 - Imagem de Satélite disponibilizada pela Esri World Imagery Map, Dezembro/2016.

|          |  |  |                         |            |
|----------|--|--|-------------------------|------------|
|          | CLIENTE:                                       | Prefeitura de Campinas   |                         |            |
|          | ESTUDO:  | Plano de Manejo (PM) da Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal de Campinas |                         |            |
| LOCAL:   | Campinas - SP                                  |  |                         |            |
| TÍTULO:  | MAPA DAS ÁREAS ESTRATÉGICAS DA APA DE CAMPINAS |  |                         |            |
| ESCALA:  | DATA:  | DESENHO:   | RESP. TEC.:             | CREA:      |
| 1:30.000 | Jul./2017                                      | Eder R. Silvestre  | Jacinto Costanzo Junior | 60085843/0 |

#### 5.4 Referências Bibliográficas

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. *Restauração Florestal*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 432p.

FERRERI, C. *Dicionário de urbanismo*. 1º edição – São Paulo: Disal, 2004.

INEA - Instituto Estadual do Ambiente. *Roteiro metodológico para elaboração de planos de manejo: áreas de proteção ambiental*/Instituto Estadual do Ambiente. Rio de Janeiro: INEA, 2014. 64p. ISBN 978-85-63884-18-3.

JALES, L. F. *Modelagem Espacial de Corredores Ecológicos em Paisagens Naturalmente Heterogêneas*. 2013. 89 f. Dissertação (Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

KAWAKUBO, F. K. et al. "Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento." *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil (2005): 16-21.

ROSS, J. L. S. "Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental." *Revista do Departamento de Geografia* 9 (2011): 65-75.

ROSS, J. L. S. *Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados*. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n. 8, 1994.

SAATY, T. L. A. Scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, n. 15, p. 234-281, 1977.

SANTOS, R. F. dos. *Planejamento Ambiental: teoria e prática*. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SVDS – Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. *Plano Municipal do Verde*. Campinas, 2016.

PMC – Prefeitura Municipal de Campinas. *Plano Municipal de Recursos Hídricos*. Campinas, 2016.

VOGT, P. et al. Mapping Spatial Patterns with Morphological Image Processing. *Landscape Ecol.* v. 22, n. 171, 2007.