

## **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO CHIBARRO NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS/SP, CONSIDERANDO O USO E OCUPAÇÃO DA TERRA**

**F. N. Stanganini, J. A. Lollo, S. A. Röhm**

### **RESUMO**

A intensificação do processo de expansão urbana que o Município de São Carlos vem sofrendo ao longo dos anos, trouxe mudanças na dinâmica espacial e alterações significativas no uso e ocupação da terra, resultando em uma série de mudanças na paisagem. O trabalho analisou a atual situação da Sub-bacia do Chibarro no Município de São Carlos-SP, com base na classificação dos usos e ocupação da terra, a partir de imagens de satélite em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Os resultados mostram fortes indícios de degradação decorrentes da ocupação urbana e a exposição do solo devido às atividades agrícolas, além da supressão da vegetação nativa.

### **1 INTRODUÇÃO**

O planejamento da bacia hidrográfica, como unidade territorial, assim determina a Lei 9.433/1997, conhecida como “Lei das Águas”. Compreende uma porção geográfica do território que drena suas águas para um determinado curso principal.

O planejamento integrado dessas áreas objetiva a conservação, recuperação e o equilíbrio dessa fração do território. O planejamento ambiental em conjunto com instrumentos como o Plano Diretor Municipal, leis ambientais e outras ferramentas visa proporcionar o uso adequado das sub-bacias.

Estudos enfocando as sub-bacias indicam melhora no prognóstico e, conseqüentemente melhorias na qualidade de vida do território em estudo. Levantamentos recentes da área demonstram que é necessário o levantamento de informações e a elaboração de novos diagnósticos, para implantação de projetos que visem à sustentabilidade e o manejo dessa área.

O uso de produtos e dados originários de satélites permite uma melhor interpretação da expansão e do estado atual da área de estudo, como, o crescimento urbano, áreas agrícolas, solo exposto e vegetação atual. A obtenção dessas informações foi feita através de imagens do satélite Landsat – 8, e sensor Operacional Terra Imager (OLI), imagens do Google Earth Pro e um sistema de informação geográfica (SIG) Quantum Gis 2.14 versão Essen, que possibilita o tratamento, armazenamento e análise das informações coletadas.

O presente trabalho objetivou analisar as mudanças de uso e ocupação da terra da sub-bacia do Chibarro, localizada no Município de São Carlos – SP, por meio das ferramentas de SIG e imagens de satélite de dois sensores diferentes, com o intuito de construir uma melhor análise e diagnóstico da sub-bacia estudada.

## 2 MÉTODOS E TÉCNICAS

O trabalho fundamentou-se no recorte da área de estudos, com imagens do sensor OLI do satélite Landsat-8 com resolução espacial de 30 metros, sendo utilizadas no trabalho as bandas 4, 5 e 6 (RGB falsa-cor), os parâmetros do sensor constam na Tabela 1. Também foram usadas imagens disponíveis no Google Earth Pro, para delimitação da área, já que sua resolução espacial define melhor com maior clareza áreas de drenagem.

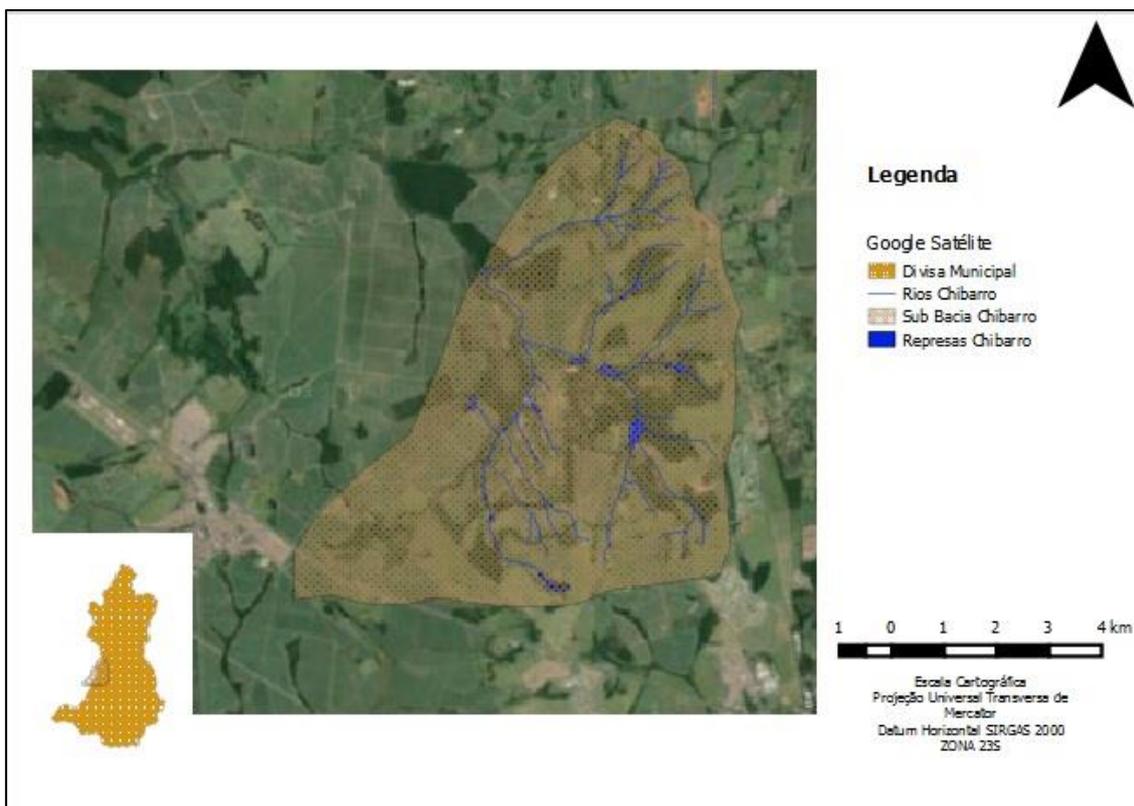
**Tabela 1- Landsat – 8 Informações e Características.**

<b>Parâmetros da Imagem</b>	
Satélite	LANDSAT-8
Sensor	OLI/TIRS
Órbita	220
Ponto	75
Tamanho da Cena Obtida	170 km ao Norte-Sul por 183 km a Leste-Oeste.
Período de Revista	16 dias
Latitude Norte	-24.97900
Longitude Oeste	-53.32114
Latitude Sul	-25.07000
Longitude Leste	-5339475
Tempo Central (GMT)	14:50:21
Orientação da Imagem	Sul 23s
Ângulo Nadir	0
<b>LANDSAT-8 2015</b>	

Os arquivos na extensão shapefile, como, rede de drenagem, limite da área e limite do município foram obtidos em fontes como ANA, IBGE, IGC e EMBRAPA, além de fontes dos autores. A elaboração do trabalho iniciou-se com a criação do banco de dados, obtenção das imagens (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) e georreferenciamento. Foi realizado um recorte das imagens, para enquadramento no banco de dados, ficando ambos com as mesmas coordenadas geográficas. A classificação dos usos e ocupação da terra foi feito, manualmente, visto que, a área não é de grande extensão, visando uma maior precisão.

As classes utilizadas foram área urbanizada (ruas, estradas, rodovias, infraestrutura urbana, comércio e residenciais), área agrícola (pastagem e plantações), vegetação (cerradão, APP, mata ciliar e reflorestamento), solo exposto e hidrografia (rios, represas

e córregos). A Figura 1 apresenta a área de estudos do trabalho, delimitada pela sub-bacia sobre uma imagem do Google Earth Pro.



**Fig. 1 Área de Estudos, Sub-bacia Chibarro no Município de São Carlos-SP, Brasil.**

A classificação da imagem foi feita através da delimitação dos polígonos, classificados visualmente, identificando as classes e corrigindo através da imagem do Google Earth Pro. A digitalização foi realizada de maneira que os polígonos representassem o mais real possível às classes temáticas.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A sub-bacia do Chibarro está localizada na divisa entre os municípios de São Carlos e Ibaté. O rio que leva o mesmo nome da sub-bacia “Rio Chibarro”, passa pelos municípios de São Carlos, Ibaté e Araraquara, tendo grande importância para região, já que cruza três municípios. Sua nascente está localizada ao norte do município de São Carlos, na Fazenda do Urso dentro do Parque eco-esportivo Damha, e o seu rio é afluente da margem direita do rio Jacaré-Guaçu.

A região onde se encontra a sub-bacia do Chibarro vem sofrendo forte ocupação do solo e alteração do seu uso ao longo dos anos, principalmente a partir da década de 2000, onde os condomínios e residenciais fechados tomam maior concentração nesta área. A Sub-bacia apresenta uma série de áreas impactadas resultantes das atividades de ocupação urbana residencial, área agrícola e solo exposto.

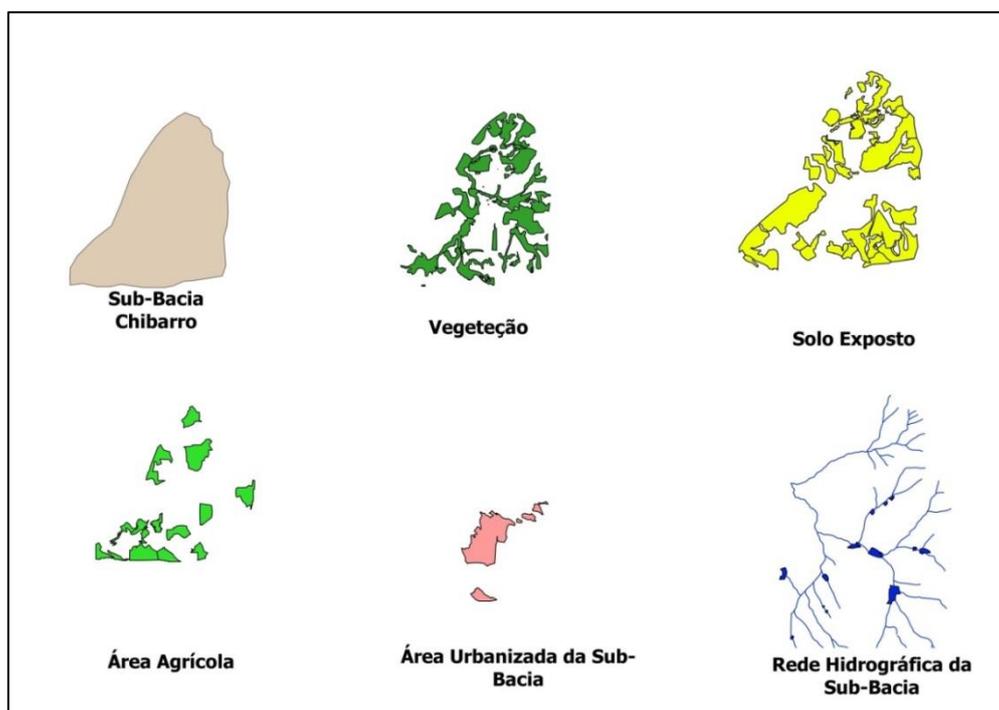
Uma das consequências desse processo de crescimento e expansão urbano do Município de São Carlos, ao longo dos recentes anos é a falta de instrumentos de monitoramento e gestão, no controle e adequação dos impactos ambientais gerados pela ocupação de áreas consideradas ambientalmente frágeis, aspectos como maior fiscalização, um Plano Diretor que limite as construções em áreas ambientalmente frágeis, entre outros instrumentos são necessários para conter este processo. O atual quadro de ocupação dos solos, e seu estado de degradação, em função da retirada da vegetação para implantação de loteamentos residenciais de médio e alto padrão e a substituição dos usos do solo, são fatores que estão presentes na área da sub-bacia.

De acordo com Pons (2009), o município de São Carlos-SP, cresceu de forma rápida e irregular, sem os estudos e caracterizações do meio físico necessárias para a correta expansão urbana, o que por consequência gerou o agravamento dos problemas ambientais.

Dias (2012), afirma que a degradação da sub-bacia é de 105,89 (ha) de vegetação arbórea fechada, 147,67 (ha) de vegetação arbórea-arbustivo aberto e 74,69 (ha) de vegetação herbácea predominante.

Com isso, a maior exposição do solo favorece a incidência de processos erosivos, que carregam o material particulado para os cursos d'água, comprometendo sua qualidade devido ao aumento da turbidez e consequentemente desencadeando em processos de assoreamento do leito e erosão (GUIDOLINI, 2013).

A figura 2 apresenta a localização dos polígonos e linhas que delimitam as classes identificadas na área (vegetação atual, solo exposto, área agrícola, área urbanizada da sub-bacia e rede hidrográfica), além do limite da sub-bacia.



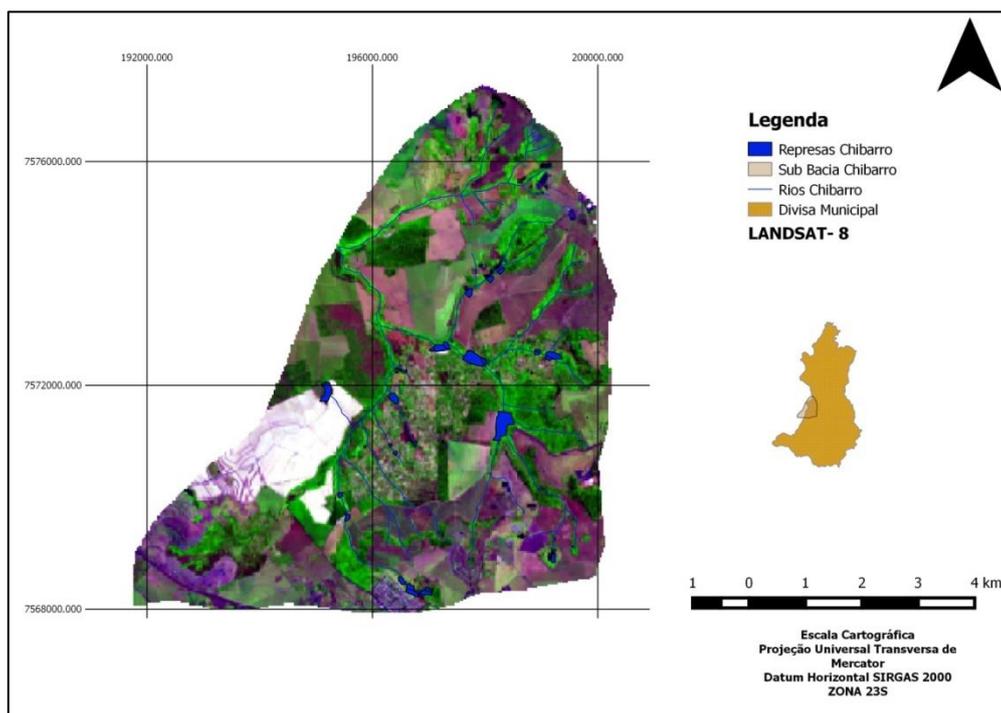
**Fig. 2 Classes do Uso do Solo na Sub-bacia do Chibarro.**

Na área estudada, a urbanização foi responsável por processos de degradação ambiental, tais como supressão da vegetação, retirada de áreas de preservação permanente, erosão das margens entre outros. De forma análoga processos de implantação de loteamentos e de usos incompatíveis com os padrões de sustentabilidade como relata Carvalho e Braga (2001).

O processo de ocupação da área de estudos identifica que os impactos relacionados ao uso da terra interferem significativamente, alterando o ciclo hidrológico, a consequente perda de vegetação nativa altera o ecossistema local, acelera o processo erosivo, além de outros impactos ambientais provenientes do crescimento econômico da área.

O mapa de uso e ocupação da terra foi utilizado para demonstrar as mudanças que estão ocorrendo na sub-bacia do Chibarro. A sub-bacia tem área total de 51 km<sup>2</sup>. A ocupação da área é recente, visto que os condomínios e loteamentos fechados compraram a área de uma fazenda produtora de bovinos. O que se pode observar é que, o crescimento da área urbanizada, assim como o solo exposto e as áreas agrícolas tem crescido ao longo dos anos.

Fatores como a localização da área e a proximidade entre a rodovia Washington Luiz, e os municípios circunvizinhos são relevantes para ocupação da sub-bacia do Chibarro. E, os dados levantados mostram que em um curto período de tempo toda a área pode ser ocupada por construções. A figura 3 apresenta as imagens do sensor OLI/TIRS do LANDSAT 8, bandas 4, 5 e 6 respectivamente a formação da imagem 3R, 4G e 5B.



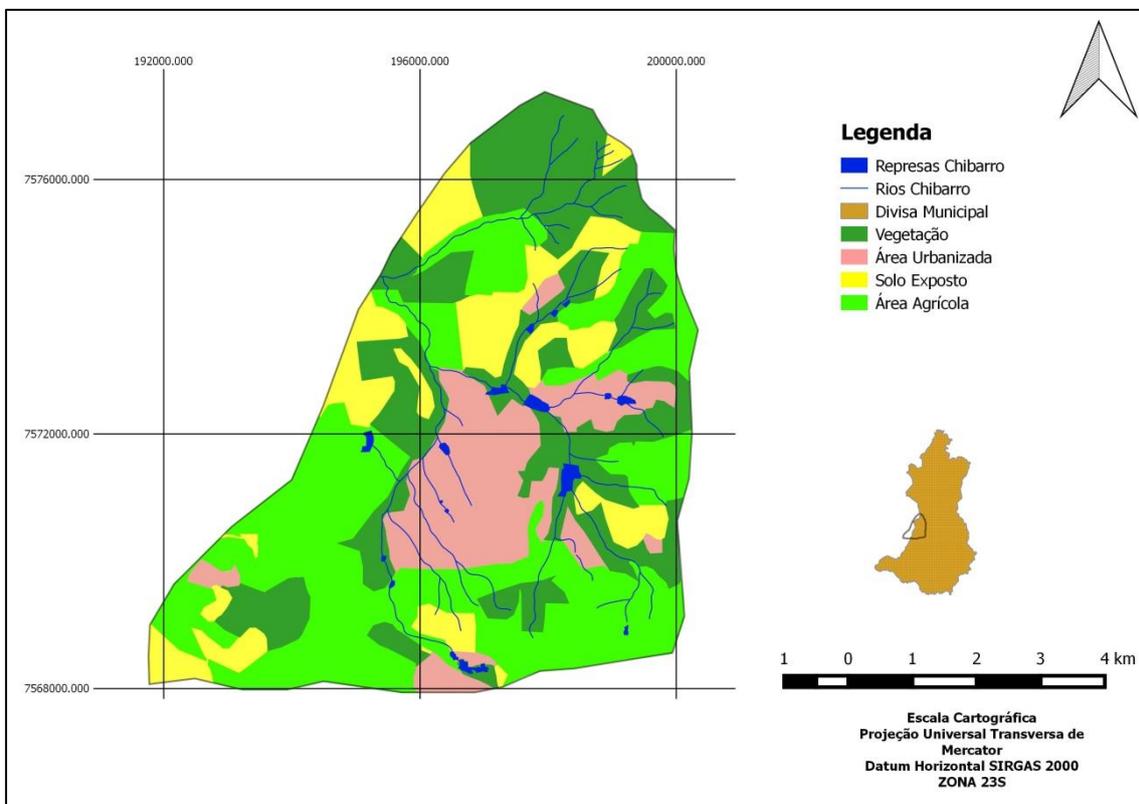
**Fig. 3 Imagem do Satélite LANDSAT 8**

A tabela 2 e a figura 5 apresentam as classes utilizadas no trabalho e as respectivas áreas em km<sup>2</sup>, tendo destaque a classe solo exposto com 20.7 km<sup>2</sup> e vegetação nativa 16.4 km<sup>2</sup>.

**Tabela 2 Uso e Ocupada da Terra na Sub-bacia do Chibarro**

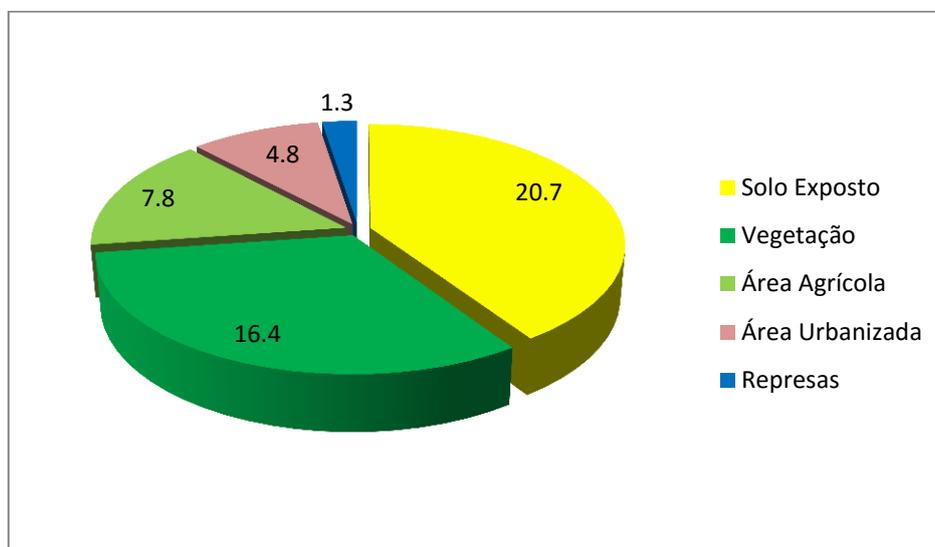
Uso e Ocupação da Terra na Sub-bacia do Chibarro	
Unidade em km <sup>2</sup>	
Área Urbanizada	4,8
Solo Exposto	20,7
Área Agrícola	7,8
Vegetação	16,4
Represas	1,3

A figura 4 apresenta a atual situação da sub-bacia do Chibarro em termos de uso e ocupação da terra. É possível verificar que grande parte da sub-bacia encontra-se ocupada por solo exposto, devido às safras de cana-de-açúcar e outras culturas sazonais, inclusive áreas que deveriam legalmente estar protegidas, como áreas de preservação permanente (APP), reserva legal e matas ciliares. Outra grande parcela ocupada está relacionada com culturas agrícolas e área urbanizada.



**Fig. 4 Uso e Ocupação da Terra na Sub-bacia do Chibarro**

A sub-bacia vem sofrendo um grande impacto, principalmente pelo crescimento das áreas urbanizadas, com a expansão dos condomínios e loteamentos fechados, como foi evidenciado durante o trabalho. Fica evidente que as diretrizes de planejamento do município não estão condizentes com um modelo de Plano Diretor que privilegie a proteção ambiental. A figura 5 representa o gráfico com as porcentagens de cada uso por classe estudada no trabalho.



**Fig. 5 Área de cada Classe Temática em km<sup>2</sup>**

É importante salientar, que as diretrizes de crescimento urbano do município necessitam de revisão, e que estratégias que visem à sustentabilidade urbana e o planejamento urbano ambiental sejam estruturados e modificados no atual Plano Diretor. Instrumentos como o zoneamento urbano ambiental, Plano Diretor Municipal devem ser priorizados e efetivados, como alicerce para conter e limitar o processo de crescimento urbano e consequentemente a ocupação de áreas com potencial de degradação e vulneráveis.

O tratamento dessas questões de forma separadas, não trará soluções que sejam plausíveis para equacionar os problemas correlatados.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A sub-bacia do Chibarro apresenta uma série de problemas ambientais, decorrentes do processo de ocupação rápida e desordenada, sendo os mais visíveis a degradação das Áreas de Preservação Permanente (APP), a presença de solo exposto pela produção agrícola e substituição de usos da terra, aos quais carecem de ações, planos e gestão para mitigação. Faz-se fundamental que instrumentos como o Plano Diretor Municipal evidenciem a necessidade de proteção e restrição da ocupação próxima às áreas ambientalmente degradadas e sua recuperação, já que é nítido que a expansão urbana se caracterizando como o maior problema ambiental da sub-bacia.

## 5 REFERÊNCIAS

Carvalho, P. F de & BRAGA, R. (2001) Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias. Rio Claro: LPMUNESP, 95-109p.

Dias, R.M. (2013) Estudo do Potencial de Sequestro de Carbono por Restauo Florestal em Matas Ripárias de APPS Rurais da UGRHI Tietê-Jacaré no Município de São Carlos-SP. São Carlos: UFSCAR, 152 f.

Guidolini, J. F. ; Pedroso, L. B. ; Araujo, M. V. N. . (2013) Análise temporal do uso e ocupação do solo na microbacia do Ribeirão do Feijão, município de São Carlos - SP, entre os anos de 2005 e 2011. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu**. Geoprocessamento e aplicações.

Silva, G. C. ; SILilva, F. L. ; Printes, L. B. ; Cunha-Santino, M. B. (2014) Avaliação da Degradação Ambiental na Microbacia do Córrego Mineirinho, São Carlos-SP. **Revista Eletronica do IBEAS**, v. 5, p. VIII-067.

Oliveira, C. H. (1996) Planejamento Ambiental na Cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas Áreas Púlicas e Áreas Verdes: diagnóstico e propostas. (Dissertação de mestrado em ecologia do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos).

Pons, N.A. D (2006) Levantamento e diagnóstico Geológico-Geotécnico de áreas degradadas na cidade de São Carlos-SP, com auxílio de geoprocessamento. São Carlos. 2 v. 272p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Sousa, M. P. (2000) Instrumentos de Gestão Ambiental: Fundamentos e Práticas. São Carlos: Ed. Riani Costa.