

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

# URBANISMO SUSTENTÁVEL COMO ESTRATÉGIA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO EM ZONAS PERIURBANAS

João Claudio Petri Junior ([petri\\_junior@hotmail.com](mailto:petri_junior@hotmail.com)); Igor Corona Pedrone  
([igorcoronapedrone@hotmail.com](mailto:igorcoronapedrone@hotmail.com)); Abrahão Elesbon ([abrahaoelesbon@gmail.com](mailto:abrahaoelesbon@gmail.com))

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Colatina (IFES-Colatina)

**Palavras chave:** franja urbana, sub-bacia, abastecimento público, espaços livres, parque urbano.

*A expansão das cidades quando negligenciadas podem gerar degradação ambiental, problemas com o abastecimento público de água, o distanciamento da população com regiões naturais e a falta de espaços livres de uso público. Por sua vez, as sub-bacias localizadas na franja urbana são opções para o abastecimento alternativo, além de criar espaços públicos que aumentam o contato da população com a natureza. Este específico conhecimento é um passo importante para o desenvolvimento de propostas de intervenções para a bacia hidrográfica do córrego São Vicente, propondo um novo sistema de abastecimento de água e gerando espaços livres para a população de Colatina/ES, Brasil. Uma análise quantitativa foi realizada para descobrir a vazão superficial da região delimitada e o consumo de água da população determinada para este estudo. Em seguida, foram estabelecidas propostas de melhorias nos pontos considerados degradados e de criação de espaços livres para a preservação, valorização, aprimoramento das condições do microclima urbano, da saúde e abastecimento público. A vazão encontrada não foi capaz de abastecer o consumo da população estimada em alguns meses sendo necessária a criação de reservatórios para suprir essa demanda. A partir dessa análise foram feitas diretrizes para solucionar os problemas da bacia e propostas de intervenções urbanísticas a fim de criar espaços livres com a finalidade de integrar as pessoas e abastecer a população. Por fim, a análise mostra que é possível abastecer uma determinada população a partir de um sistema alternativo de captação de água e as propostas e diretrizes apresentadas se sustentam para recuperar áreas degradadas e criar espaços livres de uso público.*

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades tem levado ao espraiamento urbano das regiões periurbanas. Essa expansão, quando negligenciada ou não ordenada, pode ocupar áreas que são ou deveriam ser de preservação ambiental, conforme a lei federal número 12.651 (BRASIL, 2012). Coelho (2001) afirma que a problemática ambiental está vinculada à dinâmica de produção do espaço, ao planejamento da paisagem e do território. O modelo aplicado nas cidades, normalmente, distancia a população de ambientes que sejam naturais.

Segundo Gorski (2010), a bacia hidrográfica é um território natural que permite o escoamento das águas superficiais dirigindo-as para uma rede de drenagem natural, constituída de um curso d'água principal e seus afluentes. A sub-bacia do córrego São Vicente está localizada numa região periurbana da cidade de Colatina/ES, Brasil e é alvo de estudo dessa pesquisa. A sub-bacia foi escolhida por apresentar sua jusante canalizada e urbanizada, sua montante ainda sem construção e uma franja urbana que avança a cada dia.

Neste trabalho, a partir do uso de técnicas consagradas de engenharia hidrológica, pretende-se propor a criação de um sistema alternativo de abastecimento público de água para a área estudada, além de identificar tipologias de degradação e sugerir propostas e

diretrizes de recuperação de franjas periurbanas. Portanto, ao fim do estudo pretende-se criar parâmetros para recuperação de sub-bacias degradadas afim de gerar espaços livres de uso público para a população.

## 2. OBJETIVOS

Propor intervenções urbanísticas para contenção da degradação ambiental da bacia hidrográfica do córrego São Vicente, propondo um sistema alternativo de abastecimento público de água e gerando espaços livres para a população de Colatina/ES, Brasil.

## 3. METODOLOGIA

Para limitar a região a ser trabalhada foi delimitada a sub-bacia do córrego São Vicente, a partir do software ArcGIS 10.3. A área de drenagem encontrada para estudo foi de 2,208 km<sup>2</sup> com inclinações que variaram de 4,17% a 87,12%. A metodologia se dividiu em duas etapas, na primeira foram feitos levantamentos de dados e na segunda foram realizadas análises dos espaços livres próximos à bacia do córrego São Vicente.

### 3.1 – Levantamento de dados

Para descobrir se a produção de água da bacia era capaz de abastecer os bairros vizinhos foi necessário encontrar o coeficiente de escoamento superficial da região delimitada, além disso, foi preciso conhecer a precipitação média mensal da cidade de Colatina para calcular a vazão média mensal e por fim foi determinada a população a ser considerada e seu consumo mensal de água.



Figura 1. Região da bacia do córrego São Vicente utilizada para estudo, GOOGLE 2018.

Segundo Carvalho e Silva (2006), Coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de Runoff é a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado. Para o cálculo deste coeficiente o terreno foi analisado e dividido por áreas em função do tipo de solo, declividade e cobertura vegetal. Para encontrar um coeficiente de escoamento superficial equivalente para toda a bacia estudada foi utilizada a soma dos produtos entre a metragem quadrada e o coeficiente de cada área dividida pela área total. A partir desse escoamento é possível encontrar a vazão, que de acordo com Carvalho e Silva

(2006) é a grandeza que caracteriza um volume de escoamento por uma unidade de tempo. A vazão média mensal da bacia estudada é produto de três variáveis, precipitação média do mês, área total estudada e coeficiente de escoamento superficial equivalente, o resultado é medido em L/m<sup>3</sup>. Por fim, foi encontrado o consumo da população de quatro bairros e comparado com a vazão para saber se a água produzida na bacia é capaz de abastecer esses moradores. Os bairros São Vicente, São Judas Tadeu, Operário e Bela Vista foram escolhidos para o estudo por serem limítrofes ou estarem inseridos na bacia do córrego São Vicente. Para quantificar o universo da pesquisa foram utilizados dados do censo de 2010 do IBGE, a população para a cidade de Colatina foi 111.788 pessoas em 2010 e uma estimativa de 121.580 pessoas para o ano de 2018, um crescimento de 8,76%. Para maior veracidade da pesquisa, a população medida no censo de 2010 de cada um dos quatro bairros em estudo foi acrescida de 8,76% referente ao crescimento total da população da cidade. Após encontrar os moradores desses bairros e considerando que cada habitante consome 200 litros de água por dia foi possível encontrar o consumo mensal de água dos bairros. Os valores de consumo mensal de água de cada bairro foram subtraídos da vazão média mensal gradualmente bairro a bairro até que se chegasse aos valores de água restantes após o último bairro.

### **3.2 - Análise dos espaços livres**

Na segunda etapa foram feitas análises dos espaços livres próximos à bacia do córrego São Vicente com revisão bibliográfica e visitas *in loco*. A partir daí foram identificadas as patologias geradas pela franja urbana, os locais degradados por atividades inadequadas como a agropecuária, as erosões, o curso do córrego, as regiões onde poderiam ser implantados os reservatórios de água e em seguida foram feitos levantamentos de informações sobre as características físicas da bacia para reconhecer as potencialidades e desafios do local. A partir daí foram feitos croquis das propostas apresentadas.

## **4. RESULTADOS**

Para facilitar a compreensão dos resultados obtidos segundo os objetivos propostos, optou-se por subdividi-los em duas linhas principais: sistema alternativa de abastecimento público e propostas de intervenções urbanísticas.

### **4.1. Sistema alternativo de abastecimento público**

Após dividir a região de estudo em subespaços discriminando-os conforme o tipo de cobertura do solo, sua inclinação e tipo de solo foram encontrados os seguintes resultados: vegetação rasteira com inclinações que variam entre 4,17% e 23,57% e tipo de solo franco apresentou coeficiente 0,4 para as 17 das 18 áreas encontradas e 0,1 em uma área, vegetação alta com inclinações entre 8,47% e 87,12% e tipo de solo franco apresentou coeficiente 0,3 em 21 áreas e 0,25 em duas áreas, edificações não muito densas com inclinação variando de 11,36% a 69,44% e solo franco apresentou coeficiente 0,3 e o restante foi considerada terra cultivada com solo também franco e coeficiente 0,6. O valor encontrado para o coeficiente de escoamento superficial equivalente (Cequi.) da bacia foi de 0,503151. Com a área de estudo e com o coeficiente de escoamento definidos e com os dados de precipitação média da cidade de Colatina, fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), obteve-se a vazão média mensal conforme mostra a tabela 1.

Para estimar o consumo de água dos quatro bairros em estudo foi adotada uma quantia de 200 litros por pessoa por dia, valor utilizado pela Sabesp (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo). Os seguintes resultados foram encontrados: o bairro São Vicente contém uma população de 2.776 pessoas e apresentou um consumo de 16.653.331 litros de água por mês, o bairro São Judas Tadeu contém uma população de 767 pessoas e um consumo de 4.600.548 litros de água por mês, o bairro Bela Vista uma população de

4.143 pessoas e um consumo de 24.856.010 litros de água por mês e o bairro Operário uma população de 2.293 pessoas e um consumo de 13.755.965 litros de água por mês.

Tabla 1. Precipitação, vazão e litros restantes após consumo dos quatro bairros estudados

Mês	Precipitação média (mm)	Vazão (L/mês)	São Vicente (litros restantes)	São Judas Tadeu (litros restantes)	Bela Vista (litros restantes)	Operário (litros restantes)
Janeiro	136	151075015,2	134421684	129.821.136	104.965.126	104.506.593
Fevereiro	83	92200193,1	75546861,9	70946313,9	46.090.304	45.631.771
Março	107	118860489,9	102207158,7	97606610,7	72.750.600	72.292.068
Abril	51	56653130,7	39999799,5	35399251,5	10.543.241	10.084.709
Mai	46	51098902,2	34445571	29845023	4.989.013	4.530.480
Junho	26	28881988,2	12228657	7628109	-17.227.901	-17.686.434
Julho	16	17773531,2	1120200	-3480348	-28.336.358	-28.794.891
Agosto	26	28881988,2	12228657	7628109	-17.227.901	-17.686.434
Setembro	35	38879599,5	22226268,3	17625720,3	-7.230.290	-7.688.822
Outubro	85	94421884,5	77768553,3	73168005,3	48.311.995	47.853.463
Novembro	175	194397997,5	177744666,3	173144118,3	148.288.108	147.829.576
Dezembro	206	228834214,2	212180883	207580335	182.724.325	182.265.792

Ao analisar a tabela 1 percebe-se que após subtrair o consumo mensal de água dos bairros das respectivas vazões mensais não foi possível abastecer a população nos meses de Junho a Setembro, apresentando uma quantia faltante de 71.856.580 de litros de água. Para que o objetivo seja alcançado seria necessária a criação de duas lagoas localizadas ao longo do curso do córrego, cada uma com 12.000 metros quadrados de superfície e 3 metros de profundidade, totalizando uma quantia de 72.000.000 litros de água.

#### 4.2. intervenções urbanísticas

Com os resultados alcançados, após a leitura do território, foram estabelecidas propostas de melhorias nos pontos degradados da bacia, detectados com visitas in loco. Foram considerados três pontos de degradação, sendo eles; A- a escassez de nascentes, B- a compactação do solo e C- a erosão.

- A- Devido a falta de cobertura vegetal, o auto grau de compactação do solo e seu uso indevido como área de pastagem, as nascentes foram se degradando e quase desaparecendo pelo processo de assoreamento. A intervenção tem por objetivo tornar a bacia uma reserva legal atribuindo à propriedade rural o uso econômico de seus recursos naturais de forma sustentável.

Proposta: Auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos, promovendo a conservação da biodiversidade bem como o abrigo e a proteção de fauna e flora silvestre de acordo com a lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 do código florestal.

Diretrizes: Primeiro deve-se fazer um diagnóstico para identificar as nascentes existentes. Para isso é preciso ter conhecimento da sua localização e percorrer a área para fazer uma análise topográfica e descobrir a declividade do terreno que influenciará na velocidade de escoamento da água no solo. Em seguida verifica-se a cobertura vegetal analisando sua densidade que também vai determinar a velocidade de escoamento e o impacto da chuva no solo. Por fim é necessário analisar o grau de interferências do local para ter ciência da qualidade da água. Após as análises é necessário que se faça o cercamento do local. Um

dos motivos do cercamento é evitar a presença de animais que podem defecar e urinar na própria nascente, contaminando a água e prejudicando o abastecimento de água de qualidade para as pessoas. Uma solução para este problema é a criação de bebedouros nas extremidades do cercamento. Para a construção da cerca será preciso materiais como estacas, trena, furadeira no caso de cercas com arame liso, arame, pregos e grampos dependendo da cerca escolhida, enxada, enxadão, cavadeira, alavanca, e outros equipamentos essenciais para se construir uma cerca como martelo e equipamentos de proteção. Para construir a cerca será preciso fazer a marcação da distância que vai do afloramento de água até um raio mínimo de 50 metros. Em seguida faz-se a marcação dos mourões e das estacas formando o círculo. A partir daí as nascentes serão ocupadas apenas por vegetação e matéria orgânica facilitando a percolação da água da chuva.

- B- Por se tratar de uma propriedade particular aonde é praticada a agropecuária, a bacia possui características físicas como solo compactado, assoreamento de nascentes e baixa cobertura vegetal. Esses fatores fazem com que desfavoreça a biodiversidade local intensificando a degradação da bacia.

A intervenção tem por objetivo o reflorestamento da bacia que servirá de proteção para a Flora local, para o surgimento da sua fauna original e para a criação de matas ciliares que apresentam um conjunto de funções ecológicas importantes para a qualidade de vida e são fundamentais por influenciarem na qualidade da água, nos índices de regime hídrico, estabilidade das margens dos rios e redução do assoreamento na sua calha.

Proposta: Reflorestar a bacia e abraçar o córrego reintroduzindo assim a água como elemento condutor da paisagem, valorizando sua identidade e protegendo-o.

Diretrizes: Para fazer o plantio das árvores é necessário seguir algumas etapas, sendo elas: 1- adquirir as mudas de espécies nativas, 2- fazer o controle das formigas cortadeiras, 3- marcar as curvas de nível do terreno quando necessário, 4- marcar as covas e assim fazer o plantio. Para a mata ciliar, deve ser feito o plantio de espécies por toda a extensão da calha da bacia podendo ser feita através de semeadura direta ou plantio de mudas. No caso de plantio de mudas, segundo POESTER, et al.,(2012) é recomendado o uso de espécies de diferentes grupos ecológicos plantadas em linhas, visando uma gradual substituição, além de utilizar um espaçamento de 3m x 2m ou menores para se ter uma cobertura do solo mais rápida evitando espécies colonizadoras indesejada.

Para essas intervenções de restauração, é interessante estabelecer programas de educação ambiental para a população para aumentar as chances de sucesso das propostas. Elas podem assim, atuar colaborando com o plantio de árvores e criar normas “verdes” para exigir o desenvolvimento sustentável.

- C- O escoamento da franja urbana direcionado à bacia, o relevo acentuado, a retirada da cobertura vegetal e uma sequência de uso do solo sem respeitar sua capacidade física, torna suscetível o surgimento de erosão propiciando as voçorocas.

A intervenção tem por objetivo reestabelecer a margem como espaço florestado livrando-a de condições de barranco. A proposta é elaborar um controle de erosão na sua cabeceira e criar uma revegetação interna e externa à voçoroca.

Diretrizes: Adotar medidas na parte mais alta do terreno como, por exemplo, fazer curvas de nível, plantar árvores de crescimento rápido, isolar a área de pastoreio de animais, fazer aceiros contra queimadas e terraceamentos. Também é interessante a construção de diques de contenção dentro da erosão, com madeiras, pneus ou outro tipo de material que não gere custos. Esse processo reduz a capacidade e a velocidade nesse curso d'água.

O bambu, por exemplo, é colocado como uma barreira física e junto a ele sacos que servem como filtro. Esse processo deve ser implantado na parte acima da voçoroca e que ele se repita gradativamente ao longo do canal evitando a passagem de sedimentos.

Estes são artificios para conter o problema no qual toda a água escoada é infiltrada abastecendo o lençol freático e interrompendo o processo de degradação local.

Com todos os parâmetros e metodologias que foram seguidos ao longo do projeto foi possível caracterizar a bacia do córrego São Vicente como um espaço de preservação e grande potencial de se tornar um parque urbano para a geração de espaços livres.

Segundo Simões (2016), Colatina, ao longo de sua formação, não prezou pela criação de espaços livres públicos que se ligassem ao rio Doce mesmo este sendo primordial para a cidade com seus aspectos econômicos, históricos e sociais. Entende-se a partir dessa afirmação que a ligação dos bairros com a bacia do córrego São Vicente é de suma importância, pois um atende as necessidades do outro sem prejudicar o rio Doce e contribuem com a sua preservação, oferecendo atrativos para a cidade como espaços livres de recreação e abastecimento de água.

A elaboração das propostas envolveu a preservação do espaço, o aumento da vitalidade local, a sua valorização, aprimoramento das condições do microclima urbano, da saúde e abastecimento público.

#### 4.2.1 Percurso



Figura 2. Croqui para a proposta do percurso na bacia do córrego São Vicente, AUTORES.

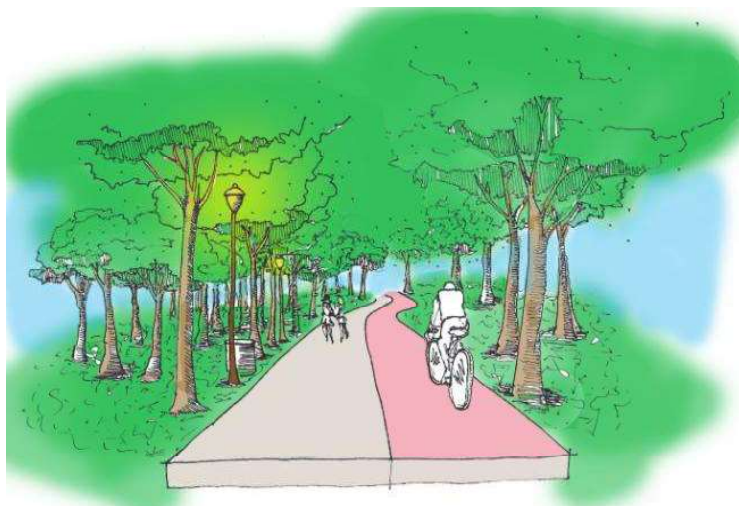


Figura 3. Croqui para a proposta do percurso na bacia do córrego São Vicente, AUTORES

A figura 2 e a figura 3 mostram a intervenção que tem como objetivo capitalizar a iniciativa de recuperação da diversidade ecológica com atrativos turísticos, introduzir o contato da cidade com a água, a vegetação e a fauna existente e incentivar o uso do parque. Proposta: Criar espaços livres como um caminho com pista de caminhada e ciclovia com sentido paralelo ao córrego, com iluminação, comunicação visual e mobiliário urbano.

#### 4.2.2 Lagoa

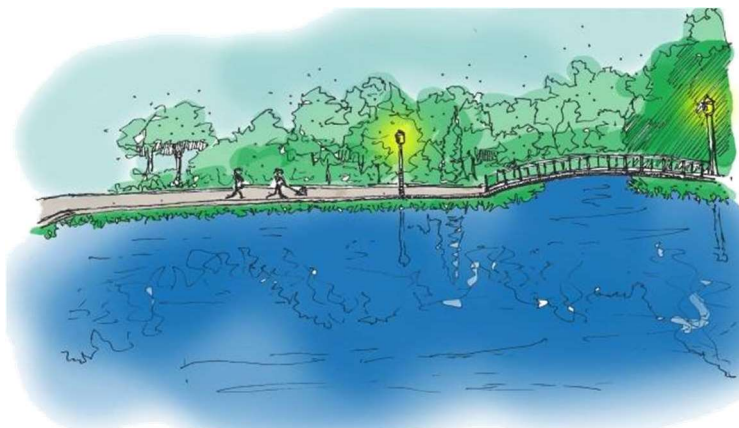


Figura 4. Croqui para a proposta da lagoa no córrego São Vicente, AUTORES

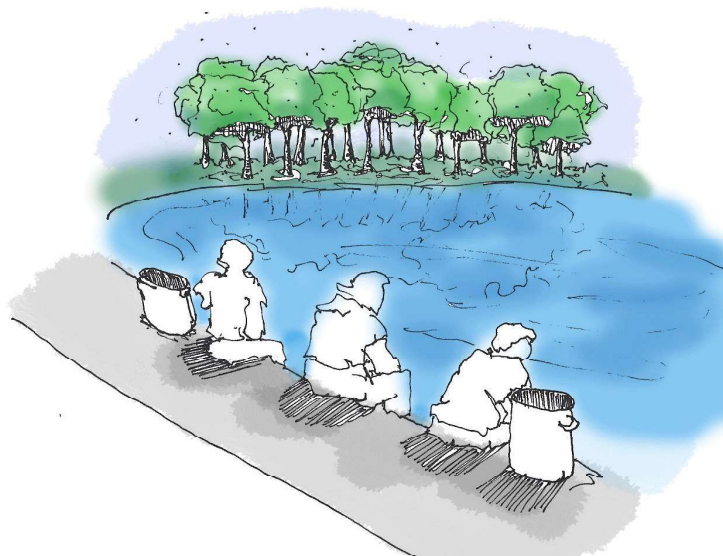


Figura 5. Croqui para a proposta da lagoa no córrego São Vicente, AUTORES

As figuras 4 e 5 mostram a lagoa que será um reservatório de detenção para abastecer bairros vizinhos e terá um caráter multifuncional agregando área de lazer compondo a proposta urbanística com a valorização da presença de água nesse espaço rururbano. A intervenção tem como objetivo aproximar a população ao meio ambiente natural, potencializar a vocação de recreação e lazer, aumentar as atividades recreativas locais, promover o envolvimento da comunidade por meio da conscientização ambiental e articular projetos que possam controlar o abastecimento de bairros vizinhos recuperando as funções ecológicas da bacia do rio Doce.

Proposta: Criar um programa de acompanhamento na bacia do córrego São Vicente junto a um projeto elaborado com um plano oficial. É importante também a elaboração de programas com projetos que envolvam as comunidades através do processo participativo junto a associações dos bairros e que se promova o parque como uma das principais atrações turísticas da cidade de Colatina.

### 4.2.3 Praças



Figura 6 Croqui para a proposta de praças e entretenimento na bacia do córrego São Vicente, AUTORES.



Figura 7. Croqui para a proposta de praças e entretenimento na bacia do córrego São Vicente, AUTORES.

As praças podem ser um ponto integrado à malha urbana ou, ainda, “[...] o lugar intencional do encontro, da permanência, dos acontecimentos, de práticas sociais, de manifestações de vida urbana e comunitária [...]” (LAMAS, 2004).

As figuras 6 e 7 mostram as intervenções que tem por objetivo criar espaços para promover atividades de celebração, tendo o rio e sua vizinhança como palco, um lugar acessível, seguro, saudável e verde, criar equipamentos que estimule o convívio com elementos da natureza como orquidários, mirantes e atividades como tirolesa.

Proposta: Criar três pontos no percurso com distância de 300 metros de raio entre eles. Cada um terá características que variam entre espaço para descanso, apreciação, lazer e comércio com uma lanchonete com pedalinho nas lagoas e tirolesa.

## 5. CONCLUSÃO

Fica claro, portanto, que existe soluções replicáveis para situações que apresentem características parecidas com a estudada. É possível recuperar a degradação ambiental de sub-bacias desde que seja feito um estudo identificando os problemas e um projeto de recuperação para cada patologia. Além disso, é viável a criação de um parque urbano ou outro espaço livre de uso público que incentive o contato da população com áreas naturais.



As sub-bacias, quando recuperadas e com as vazões quantificadas, são capazes de abastecer parte da população da cidade. É interessante que cada sub-bacia possa abastecer bairros próximos ou inseridos em seu território criando um sistema alternativo de captação de água e apenas quando necessário recorram ao rio principal.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, D. F.; Silva, L. D. B. (2006). *Hidrologia*. Disponível em < <https://pt.scribd.com/document/163528276/Apostila-de-Hidrologia> >
- COELHO M. C. N. (2001). "Impactos ambientais em áreas urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa". In: A. J. T. Guerra & S. B. Cunha (orgs.), *Impactos ambientais urbanos no Brasil (Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001)*.
- GORSKI, M. C. B. (2008). *Rios e cidades: ruptura e reconciliação*. São Paulo: Editora Senac São Paulo
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Disponível em < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/colatina/panorama> >. Acesso em: 06 out. 2018.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Disponível em < <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st> >. Acesso em: 06 out. 2018.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. 2018. Disponível em < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos> >.
- LAMAS, J. R. G. (2004). *Morfologia urbana e desenho da cidade*. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian.
- POESTER, G. C. et al. (2012). *Práticas para restauração da mata ciliar*. Porto Alegre: Editora Porto Alegre
- SIMÕES, R. M. (2016). *A construção de um sistema de espaços livres para Colatina-ES. Dissertação de mestrado (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)*. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Vitória, Brasil.