

Modelagem de circulação de biomassa em caules presentes em fragmentos vegetacionais afetados por impactos ambientais urbanos

Pode-se modelar o funcionamento dos ecossistemas através do conhecimento dos processos que são críticos aos seus próprios controles, bem como por meio da validação de cada equação da modelagem pela observação de campo e pela experimentação. Adotou-se como hipótese que o fluxo de massa no fragmento florestal estudado estava em estado de equilíbrio homeorrético. Para avaliação de amostragem, a abordagem escolhida foi a de processos aleatórios. A escolha foi pelo processo de amostragem em dois estágios, onde o segundo estágio da amostragem fica restrito ou dependente do primeiro estágio. A principal vantagem é a redução dos custos resultante da concentração da sub-amostragem dentro das unidades primárias. Observou-se duas sequências de vias principais no modelo analisado: C1-C3-C7-C4-C5-C2-C1 e C1-C8-C9. A primeira representa o fluxo pela vegetação - que apresenta cerca de 90% - e, a segunda, o fluxo através das populações animais - que apresenta cerca de 10%. Ao comparar os coeficientes de transferência, é possível notar que as mais significativas são entre a saída da serapilheira (C3) para detritívoros (3.7) e para o solo (3.4) entradas (2.1) nas folhas (C1) a partir dos caules (c2) e entradas nos herbívoros (C8) a partir das folhas (1.8) e frutos (6.3).

Palavras-chave: Biomassa; Impactos ambientais urbanos; Fragmento florestal.

Modeling the circulation of biomass in stem present in fragments of vegetation affected by urban environmental impacts

The functioning of ecosystems can be modeled through knowledge of the processes that are critical to their own controls, as well as through the validation of each modeling equation through field observation and experimentation. It was adopted as a hypothesis that the mass flow in the studied forest fragment was in a state of homeorhetic equilibrium. For sampling evaluation, the approach chosen was that of random processes. The choice was for the two-stage sampling process, where the second stage of sampling is restricted or dependent on the first stage. The main advantage is the reduction of costs resulting from the concentration of sub-sampling within the primary units. Two main pathway sequences were observed in the analyzed model: C1-C3-C7-C4-C5-C2-C1 and C1-C8-C9. The first represents the flow through vegetation - which represents about 90% - and, the second, the flow through animal populations - which presents about 10%. When comparing the transfer coefficients, it is possible to notice that the most significant are between the litter exit (C3) for detritivores (3.7) and for the soil (3.4) entrances (2.1) in the leaves (C1) from the stems (c2) and entry into herbivores (C8) from leaves (1.8) and fruits (6.3).

Keywords: Biomass; Urban environmental impacts; Forest fragment.


Topic: **Engenharia Ambiental**


Received: **06/06/2022**


Approved: **18/08/2022**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


Gustavo Aveiro Lins 
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5173989372426437>
<http://orcid.org/0000-0002-0244-6925>
gustavoaveiro@gmail.com


Raphael do Couto Pereira 
Universidade Federal Fluminense, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2232319377341816>
<http://orcid.org/0000-0002-2864-0005>
rcoutopereira1@gmail.com


Patrícia dos Santos Matta 
Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2141772484348823>
<https://orcid.org/0000-0002-0768-9213>
patricia.matta@uerj.br

Oscar Rocha Barbosa 
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6551622738384590>
<http://orcid.org/0000-0001-7838-2393>
or-barbosa@hotmail.com

Tatiana Santos da Cunha 
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1206792034001854>
<http://orcid.org/0000-0003-1415-5380>
tatiana.cunha@uerj.br

Tetyana Gurova 
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8505053140543339>
<http://orcid.org/0000-0002-4309-4866>
gurova@lts.coppe.ufrj.br

Marcela Nunes Aguiar 
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4235348731515892>
<http://orcid.org/0000-0001-5659-4707>
marcelatjk@gmail.com

Almeida Ribeiro de Almeida 
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3215586187698472>
<http://orcid.org/0000-0001-5993-0665>
almeida@poli.ufrj.br



DOI: 10.6008/CBPC2318-2881.2022.003.0005

Referencing this:

LINS, G. A.; PEREIRA, R. C.; MATTa, P. S.; BARBOSA, O. R.; CUNHA, T. S.; GUROVA, T.; AGUIAR, M. N.; ALMEIDA, J. R.. Modelagem de circulação de biomassa em caules presentes em fragmentos vegetacionais afetados por impactos ambientais urbanos. **Nature and Conservation**, v.15, n.3, p.63-70, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2022.003.0005>

INTRODUÇÃO

A compreensão do controle da produtividade nos ecossistemas permitirá comparações entre as suas funções. As correlações simples entre os recursos, condições físicas e a produção, mostram que a temperatura, a precipitação e outros fatores externos regulam a produtividade (MIZUGUCHI et al., 1981; AQUINO et al., 2017).

As baixas taxas de transferência impõem gargalos no caminho do fluxo de matéria através dos ecossistemas, causando acúmulo de matéria no compartimento imediatamente precedente. Portanto, a causa subjacente da variação no fluxo através de um sistema deve estar aparente nas trocas da matéria entre os compartimentos do sistema (LINS et al., 2010; AQUINO et al., 2014)

Os Serviços de regulação englobam os benefícios obtidos pela sociedade a partir da regulação natural dos processos ecossistêmicos, tais como (1) a manutenção da qualidade do ar e o controle da poluição, por meio da composição dos gases atmosféricos; (2) a regulação do clima; a regulação dos fluxos de água (ciclo hidrológico) e o controle das enchentes, evitam inundações e contribuem para a recarga dos aquíferos; (3) o controle da erosão; (4) a purificação da água; (5) a redução da incidência de pragas e doenças pelo controle biológico; (6) a regulação de danos naturais e (7) a polinização de plantas agrícolas e silvestres (ALMEIDA, 2002; CAMERO et al., 2009).

A expressão “trade-off” é largamente utilizada para designar situações de escolha entre opções conflitantes, muitas vezes traduzida como ‘perde-e-ganha’. Caracteriza-se por uma ação que visa à solução de um problema em detrimento de outro, quando se abre mão de um bem ou serviço para se obter outro. Na literatura econômica, trade-off frequentemente é descrito como custo de oportunidade, pois representa o que se deixa de usufruir por ter escolhido outra opção. Nos serviços ambientais, trade off surgem de escolhas que podem mudar o tipo e a magnitude dos serviços produzidos pelos ecossistemas (ALMEIDA, 2000; REGINATO et al., 2015).

Pode-se modelar o funcionamento dos ecossistemas através do conhecimento de processos que são críticos aos seus próprios controles bem como através de conhecimento da validação de cada equação da modelagem pela observação de campo e pela experimentação (ALMEIDA et al., 2008).

Neste trabalho estudou-se a circulação de biomassa em caules presentes em um fragmento vegetacional afetado por impactos ambientais urbanos.

METODOLOGIA

Para a avaliação da amostragem adotou-se a abordagem de processos aleatórios, que é um processo de amostragem em dois estágios, aleatório e restrito, onde o segundo estágio da amostragem fica restrito ou dependente do primeiro estágio. Tem como principal vantagem a redução dos custos resultantes da concentração da sub-amostragem dentro das unidades primárias (LINS et al., 2020).

Neste processo, as unidades primárias e secundárias da amostragem foram previamente definidas em forma de tamanho. As parcelas retangulares apresentaram melhores resultados do que as quadradas,

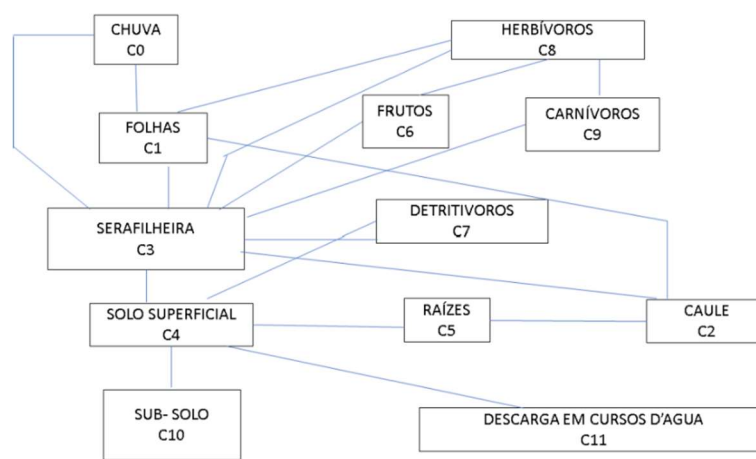
podendo ser utilizadas, de uma maneira geral, parcelas de até 40 m de largura por 150 m de comprimento. O tamanho da amostra para os estudos estruturais não deve ser inferior a 1 (um) hectare, podendo variar a forma. No entanto, recomenda-se que se utilize as amostras de 20 m por 500 m como padrão. Unidades de amostras menores não apresentam a mesma eficácia em florestas tropicais (VITÓRIA et al., 2019).

A população, objetivo deste estudo, consistiu de cobertura vegetal constituída de indivíduos com altura total (h) maior ou igual a 10cm, o que implicou em amplitude de distribuição grande. A amostragem foi dividida em três níveis de abordagem em função do tamanho dos indivíduos, desta forma se estabeleceu: Nível I – Para abordar indivíduos com altura total maior ou igual a 10 cm de DAP menor que 5 cm; Nível II – Para indivíduos com DAP maior ou igual a 5 cm e menor que 20 cm; Nível III – Para abordar indivíduos com DAP maior ou igual a 20 cm.

Na modelagem proposta o fragmento florestal foi sistematizado nos seguintes compartimentos (quadro do modelo): folhas (C1) caules (C2), serapilheira (C3), solo (C4), raízes (C5), frutos e flores (C6), detritívoros (C7), herbívoros (C8) e carnívoros (C9). Os compartimentos externos à linha perimetral do sistema de definição foram atmosfera (C₀), o subsolo (C₁₀) e sistemas adjacentes (C₁₁). Os fluxos entre compartimentos foram designados por “ij”, onde os índices indicam o doador (i) e receptor (j), respectivamente. Adotou-se como hipótese que o fluxo de massa no fragmento florestal estudado estava em estado de equilíbrio homeorrético. Deste modo, a hipótese admite o modelo que pode ser descrito por:

$$dC_i/dt = \sum_j \lambda_{ji} C_j - \lambda_{ij} C_i = 0$$

Onde, C= concentração e t= tempo. (a notação e a descrição dos coeficientes de transferência são dados em kg/ha.ano).



Quadro 1: (M-5)Quadro do modelo.

No programa de coleta da serapilheira usou-se subparcelas de 1 m² distribuídas aleatoriamente nas unidades primárias e mobilizáveis a cada mês. Toda a vegetação da sinúcia inferior (h <= 2 m) era cortada ao nível do solo na área correspondente a cada subparcela amostrada na serapilheira.

As folhas, frutos, flores e caules eram coletados separadamente e todo esse material imediatamente pesado. As amostras da sinúcia superior foram tomadas segundo a distribuição do diâmetro das árvores com DAP < 20 cm foram colhidas nas unidades amostrais correspondentes, determinando-se peso dos caules, folhas e frutos.

Realizou-se também amostras de 10% das árvores (com suas trepadeiras e epífitas) dentro das faixas de tamanho com DAP > 20 cm conforme o desenho amostral. O diâmetro e o comprimento do caule principal das árvores e o comprimento do caule principal das árvores foram medidos calculando-se o seu volume por $(\frac{1}{3} \pi (r_1^2 + r_2^2 + r_1 r_2) h)$, onde h = altura, r_1 = raio da base do tronco, r_2 = raio do topo. Um volume determinado do tronco era pesado e a partir daí extrapolado para o cálculo de peso do volume total. Nas árvores com DAP > 100 cm contou-se os ramos, e 10% deles foram cortados. Retirou-se as folhas, madeira e frutos para pesagem.

Para o cálculo da biomassa florestal foi necessário converter o número de caules por classe de diâmetro em biomassa cumulativa da floresta. Estabeleceu-se uma relação entre o diâmetro e biomassa de folhas ou caule e DAP. O peso total medido no campo, corrigido o teor de umidade, foi dividido pelo número de caules e expresso como peso médio de uma árvore individual cujo diâmetro situava-se no meio da classe correspondente. Com as regressões multiplicou-se a biomassa média pelo número de caules, resultando no peso para cada classe de diâmetro. Cada classe foi somada para dar o peso total de folhas e caules, por lotes amostrais. As raízes selecionadas pelo desenho amostral foram coletadas até uma profundidade de 0.3 m e pesadas (SILVA et al., 2021).

As epífitas foram colhidas separadamente e tratadas como compartimentos verticais. O teor percentual da água em relação ao peso total foi calculado, como a relação do peso do tecido fresco e do peso do material seco a 100°C até tomar-se peso constante.

Foi montada uma estação meteorológica automática, cujo sistema de aquisição de dados por sensores em períodos determinados armazena as informações obtidas, que posteriormente foram analisadas por um sistema de microcomputação. Resulta num registro final de valores médios de temperatura e umidade do ar, radiação solar, radiação líquida, precipitação, velocidade do vento. Esses dados foram utilizados para determinação dos valores de evaporação potencial através do entendimento que o balanço de energia para uma coluna que se estenda desde o solo até uma altura de referência acima da vegetação. Onde são feitas as observações. Tal equacionamento pode ser descrito pela seguinte expressão:

$$R_n - L_e E - H - G = E_m$$

Onde, R_n = radiação líquida (Watt/m²); L_e = calor latente de vaporização (Joule/Kg); E = fluxo de vapor d'água (Kg / m² s); H = fluxo de calor sensível (Watt/m²); G = fluxo de calor no solo (Watt/m²); A = Armazenamento de calor na coluna (Joule/m²).

Na tabela de valores médios mensais dos parâmetros meteorológicos são apresentados os valores médios mensais de temperatura, umidade específica do ar, velocidade do vento, radiação solar e radiação líquida, em equivalente de mm d'água. Nesses valores estão embutidas as variações do armazenamento de energia interior da floresta, conforme as parcelas explicitadas na equação A/t. Na determinação dessas parcelas foi assumido que as variações temporais de temperatura e pressão de vapor d'água, observadas acima da floresta, representam o padrão de variação ao longo da coluna que se estende desde o solo até a altura de referência Z_r . Essa consideração permite uma imediata solução para as primeiras integrais da equação A/t; com relação a terceira integral (tabela 1).

Tabela 1: Valores médios mensais dos parâmetros meteorológicos.

Temperatura Média °C	Umidade Média Específica (g/Kg)	Déficit Médio de Saturação (g/Kg)	Velocidade Média do Vento (m/s)	Radiação Solar Média (W/m ²)	Precipitação Média (mm)
26,9	16,6	5,6	1,3	14	156
25,8	17,8	3,1	1,2	101	197
26,3	17,7	4,6	1,2	101	78
24,8	16,9	2,4	1,3	97	385
24,7	16,6	2,2	1,3	110	321
23,8	16,5	2,3	1,3	96	425
24,8	16,7	2,7	1,4	108	228
24,9	16,9	3,1	1,3	91	267
24,8	16,1	3,2	1,7	98	331
25,6	16,1	4,7	1,4	123	67
25,4	15,7	4,7	1,4	128	128
25,4	16,9	4,5	1,4	125	157

A quantificação de biomassa florestal pode ser realizada por método direto ou indireto. O método direto consiste no corte das plantas e quantificação de todo o material vegetal produzido em determinada unidade de área, sendo depois extrapolado para toda a área em estudo. Este é mais indicado para vegetação herbácea ou arbustiva, em que é difícil estabelecer outro tipo de quantificação (RIBEIRO et al., 2019).

O método indireto consiste em se estimar por equações alométricas existentes na literatura, que relacionam variáveis de fácil obtenção em árvores, como diâmetro à altura do peito (DAP), altura e densidade da madeira com biomassa seca ou quantidade de carbono (SOUZA et al., 2021).

O uso de equações alométricas requer medições por meio de amostragem. Em cada área foram instaladas parcelas, onde foram medidos os diâmetros (DAP) e as alturas das árvores, bem como são contadas as mudas de árvores até 1,30 m de altura em sub-parcelas menores dentro da parcela (VITÓRIA et al., 2019).

Os dados de DAP e altura coletados na amostragem foram aplicados a equações alométricas para quantificar a biomassa seca e o carbono em cada tipo de uso e cobertura da terra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para o nível II de abordagem está apresentada no quadro pertinente.

Quadro 1: Análise de variância para o nível II de abordagem.

Fonte	GL	SQ	MQ	F
Entre UP	7	2569.795	384,73	-
Dentro das UP	16	4216,269	285,467	1,674ns
Total	23	6678.588		
F 7/16 = 2.66				

A análise estatística dos dados do nível III forneceu as estimativas dos parâmetros de frequência e área basal.

Quadro 2: Frequência e área basal.

Parâmetro	x	s	sx	CV (%)
Frequência (nº de indivíduos/ha)	189.462	12.953	3.578	6.25
Área basal (m ² /ha)	23.043	1.753	0.095	5.06

Os intervalos de confiança (IC) para a média de indivíduos por parcela de 20 m² para cada fração da população foram as seguintes: População total 13.8746 < IC, 153.602 = PO.05. População sem cipós 98.455 < IC < 111.946 = P0.05, População sem cipós e palmeiras 86.622 < IC < 97.484 = P 0.05.

Os resultados apresentados mostram a capacidade da estrutura da regeneração natural no seu estágio mais jovem. Conforme se observa quando se analisa a regeneração como um lodo, não existe diferença significativa entre as unidades primárias.

Esta diferença é menos significativa quando se analisa a população sem palmeiras. Entretanto, quando se analisa a população sem cipó, observa-se uma pequena significância na diferença entre unidades primárias. Portanto, estatisticamente, a presença de cipós na regeneração natural funciona como um fator de homogeneização da estrutura, contrabalançado pelas palmeiras cuja presença, dá um caráter mais homogêneo para a regeneração (ARAUJO et al., 2005).

A presença de cipós e palmeiras nos níveis II e III representam valores insignificantes em relação aos demais componentes. Entretanto no nível I devem ser considerados, pois contribuem significativamente na ocupação do estrato arbustivo e herbáceo da floresta. Isto é comprovado pela análise do povoamento sem cipós que implica na necessidade de estratificação do mesmo, pela significância do 'Teste F' ao nível de 95% de probabilidade.

A intensidade ideal de amostragem para abordar quantitativamente a população com altura total maior que 10 cm e DAP menor que 5 cm é inferior a intensidade de amostragem adotada neste trabalho. Sendo 15, 14, 15 e 15 os números de unidades primárias, respectivamente para população total, populações sem cipós, população sem palmeiras e população sem cipós e palmeiras e população sem cipós e palmeiras, necessários para abordar a regeneração natural mais jovem. Dentro de cada unidade primária, o número de 5 unidades secundárias previamente fixado foi suficiente para essa abordagem.

Em geral, a renovação é mais rápida nos compartimentos C₁ (detritívoros) C₈ (herbívoros) e C₉ (carnívoros). O período para os compartimentos animais é quase sempre menor que alguns dias (ordem de grandeza).

O balanço de biomassa do compartimento 'caule' mostra uma pequena variação do estoque metabólico de 264.549 kg/ha/mês até 264.790,73 kg/ha/mês. A biomassa no estoque variou de um superávit máximo de 60,34 kg/ha/mês até um déficit máximo de 70,91 kg/ha/mês. O resultado do saldo cumulativo foi de 6 meses em superávit e 6 meses em déficit, com um balanço final positivo de 17,81 kg/ha/mês.

Observou-se duas sequências de vias principais no modelo analisado: C1-C3-C7-C4-C5-C2-C1 e C1-C8-C9. A primeira representa o fluxo pela vegetação e a segunda o fluxo através das populações animais. Aproximadamente 90% do fluxo se dá através da vegetação e 10% pela cadeia animal. Ao comparar os coeficientes de transferência nota-se que as mais significativas são entre as saídas da serapilheira (C3) para detritívoros (3.7) e para o solo (3.4) entradas (2.1) nas folhas (C1) a partir dos caules (c2) e entradas nos herbívoros (C8) a partir das folhas (1.8) e frutos (6.3).

A saída da serapilheira deve ser numericamente grande porque aquela acumula o resultado de muitas entradas diferentes e, portanto, tem uma função integradora no sistema. Se a saída da serapilheira

for grande, os vetores 7.4 , 4.5 , 5.2 também deverão ser grandes, pois há um acoplamento direto daquela para os caules através do solo e dar raízes. A via dos caules para folhas representa a saída principal dos primeiros e fecha a sequência da vegetação: $C_1 - C_3 - C_7 - C_4 - C_5 - C_2 - C_1$. A via das folhas para herbívoros é a principal entrada para a sequência nos animais. Os coeficientes de transferência 3.7 e 2.1, são de interesse especial, pois são o local de numerosas entradas e/ou refletem importantes transferências biológicas.

Admitiu-se como premissas do modelo que a entrada da atmosfera e do intemperismo fosse igual à saída da camada ativa do solo, de modo que os ciclos animal e vegetal estivessem em equilíbrio homeorético. Parece razoável admitir que o sistema esteja em equilíbrio. Não obstante, pode haver lixiviação de minerais para baixo das camadas ativas do solo com velocidades maiores que da entrada da atmosfera. Essas perdas podem ser compensadas por entradas do subsolo se a hipótese de equilíbrio homeorético estiver incorreta, então as velocidades de transferência serão maiores que as encontradas, (0,33%), estando a maior parte no horizonte orgânico-mineral (7,5% no A, e 91,8% no A) Nas matas do Pediplanos, uma importante fração de raízes (28%) concentra-se nas camadas holorgânicas (principalmente no horizonte H).

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados indicam concluir que a capacidade da estrutura da regeneração natural no seu estágio mais jovem. Corroborado quando se analisa a regeneração como um todo; pois não existe diferença significativa entre as unidades primárias.

Concluiu-se que, em geral, a renovação é mais rápida nos compartimentos C, (detritívoros), C 8 (herbívoros) e C 9 (carnívoros). No entanto, o período para os compartimentos animais geralmente é menor que alguns dias (ordem de grandeza).

O resultado final evidenciou que o balanço de biomassa do compartimento “caule” demonstra uma pequena variação do estoque metabólico de 264.549 kg/ha/mês até 264.790,73 kg/ha/mês. A biomassa no estoque variou de um superávit máximo de 60,34 kg/ha/mês até um déficit máximo de 70,91 kg/ha/mês. O resultado do saldo cumulativo foi de 6 meses em superávit e 6 meses em déficit, com um balanço final positivo de 17,81 kg/ha/mês.

Constatou-se duas sequências de vias principais no modelo analisado. São: $C_1-C_3-C_7-C_4-C_5- C_2-C_1$ e $C_1-C_8-C_9$. A primeira representa o fluxo pela vegetação e a segunda o fluxo através das populações animais. Aproximadamente 90% do fluxo se dá através da vegetação e 10% pela cadeia animal. Ao comparar os coeficientes de transferência nota-se que as mais significativas são entre as saídas da serapilheira (C3) para detritívoros (3.7) como também, para o solo (3.4), entradas (2.1) nas folhas (C1) a partir dos caules (c2) e entradas nos herbívoros (C8) a partir das folhas (1.8) e frutos (6.3).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R.. *Ciências ambientais*. Rio de Janeiro: Thex, 2002.

ALMEIDA, J. R.. Conceitos de Ecologia Aplicada. In: Magrini, A.; Santos, M. A.. *Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas*.

Rio de Janeiro: COPPE; UFRJ, 2000. p.21-45.

ALMEIDA, J. R.; CABRAL NETO, J. B.; AGUIAR, L. A.; RODRIGUES, M. G.; ALMEIDA, M. B.; MATOS, R. M. B.. *Ciências Ambientais*. Rio de Janeiro: Thex, 2008.

ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T.. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2005.

AQUINO, A. R.; SENNA, N. L. G. S.; DUTRA, V. C.; MARTINS, T. P.; ALMEIDA, J. R.. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Rede Sirius, 2014.

AQUINO, A. R.; PALETTA, F. C.; ALMEIDA, J. R.. **Vulnerabilidade Ambiental**. São Paulo: Edgard Blucher, 2017.

CAMERO, A. L. G.; GUERRA, A. J. T.; SILVA, C. E.; MORGADO, C. R. V.; ALENCAR, E. C.; SANTOS, F. A. D.; LINS, G. A.; ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; AGUIAR, L. A.; SÁ, M. F. P.; GARCIA, P. A. A.; FERMAM, R. K. S.; VIEIRA, R. P.; ALMEIDA, S. M.. **Dicionário de Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Thex, 2009.

CONSTANTINO, V.; GOMES, F.; MORIM, M; SILVA, E. R.; ALMEIDA, J. R.. Avaliação de impactos ambientais da duplicação da BR 101 RJ/Norte, trecho compreendido entre o km 144,2 e 190,3. **Internacional de Ciências**, v.9, p.22-34, 2019.

LINS, G. A.; ALMEIDA, J. R.; AGUIAR, L. A.; MARTINS, T. P.. **Padrões geográficos em diversidades de espécies**. Agrariae Liber, v.2, p.6-9, 2020.

REGINATO, R.; ANDRADE, P.; RACHID, E.; RACHID, R.; LINS, G. A.; CAMELLO, T. C. F.; RODRIGUES, M. G.; AGUIAR, L. A.; PARCIAL, A. L. N.; MARTINS, T. P.; ALMEIDA, J. R.. **Perícia Ambiental Arbitral**. Rio de Janeiro: Rede Sirius; UERJ, 2015.

RIBEIRO, B. A. L.; WOLFF, N. M.; SILVA, E. R.; ALMEIDA, J. R.. Avaliação de impactos e danos ambientais em zonas costeiras do Brasil - Angra dos Reis e Paraty. **Internacional de Ciências**, v.9, p.53-71, 2019.

SILVA, C. V. V.; LIMA, E.; LINS, G. A.; AGUIAR, L. A.; ALMEIDA, J. R.. Procedimentos analíticos em perícia ambiental/métodos químicos: técnicas de análise. **Engineering Sciences**, v.9, p.1-12, 2021.

SOUZA, C. P.; LINS, G. A.; AGUIAR, L. A.; GARCIA, P. A. A.; GARCIA, V. S.; ALMEIDA, J. R.. Procedimentos analíticos em perícia ambiental: cromatografia. **Engineering Sciences**, v.9, p.13-17, 2021.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.