



ISSN: 2452-5162

HAAL

Historia Agraria de América Latina

<https://doi.org/10.53077/haal.v5i01.180>

Transformando a floresta em comida: as roças de coivara e o manejo do fogo

Rogério Ferreira, Eduardo Lima & Rogério Ribeiro

Rogério Ferreira da Silva [<https://orcid.org/0000-0002-8556-7617>], Professor titular, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Glória de Dourado, Brasil. E-mail: rogerio@uems.br

Eduardo Lima [<https://orcid.org/0000-0003-4656-3135>], Professor titular, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: edusolosrural@gmail.com

Rogério Ribeiro de Oliveira [<https://orcid.org/0000-0002-2814-2620>], Professor Associado aposentado do Departamento de Geografia e Meio Ambiente, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: rro@puc-rio.br

Recebido: 11 Outubro 2023 • **Aprovado:** 28 Março 2024

HAAL é publicada pelo Centro de Estudios de Historia Agraria de América Latina – CEHAL (<https://www.cehal.cl>)



Resumo

O presente trabalho teve como objetivo estudar uma roça implantada de acordo com a cultura dos caiçaras, uma população tradicional de parte do litoral brasileiro, para determinar aspectos relacionados à sua sustentabilidade ecológica. Esse tipo de roça inicia-se com a derrubada de uma área de floresta e sua queima. O balanço de nutrientes foi feito através das seguintes avaliações: a) fitomassa e nutrientes armazenados na floresta (solo e vegetação); b) contribuição das cinzas para os estoques de nutrientes na roça; c) a produtividade de uma cultura (feijão) e d) balanço de nutrientes do solo entre o plantio da roça e a colheita. Quando comparado o solo sob os dois sistemas (floresta e roça), verifica-se a ocorrência de ganhos de 21,3% de P e 24,9% de K e perdas de 15,3% de matéria orgânica, 37,3% de Ca e 31,6% Mg. No contexto cultural e tecnológico em que o fogo é utilizado nas roças, ele é altamente eficiente na transformação da biomassa florestal inpalatável ao homem em alimento.

Palavras-chave: roças de corte e queima, agroecossistema, Mata Atlântica, ciclagem de nutrientes.

Transforming the Forest into Food: Slash-and-burn Farming and Fire Management in Atlantic Rain Forest

Abstract

The present work examines a swidden implanted according to the caiçara's culture, a traditional population of part of the Brazilian coast, to determine aspects related to its ecological sustainability. This type of swidden begins with cutting down an area of forest and burning it. The nutrients balance was made through the following evaluations: a) phytomass and nutrients stored in the forest (soil and vegetation); b) ashes contribution to nutrient stocks in the soil; c) productivity of a crop (beans), and d) balance of soil nutrients between planting and harvesting. When comparing the soil under the two systems (forest and swidden), it is verified the occurrence of gains of 21.3% of P and 24.9% of K and losses of 15.3% of organic matter, 37.3% of Ca, and 31.6% Mg. In the cultural and technological context in which fire is used in crops, it is highly efficient in transforming forest biomass that is unpalatable to man into food.

Keywords: slash and burn swiddens, agroecosystem, Atlantic Forest, nutrient cycling.

Introdução

Apesar de parecer paradoxal, a Mata Atlântica, de uma maneira geral, não constitui um ambiente especialmente rico ou diverso em alimentos de origem vegetal para populações humanas. Não se trata de uma regra geral, pois existem notáveis exceções, como o pinhão (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) no sul do País. E mais, destacando-se pela sua ubiquidade, as palmeiras deste bioma também apresentam a maioria de seus frutos comestíveis por humanos. Entre outras, a família Myrtaceae também fornece diversas espécies de frutos comestíveis como a goiaba e a pitanga e ainda, as Leguminosae, como o jatobá e o ingá. Para todo o Brasil, Lorenzi *et al.* (2006) listaram somente 312 espécies de frutos comestíveis nativos. Para se ter um termo de comparação com a diversidade das demais espécies, um inventário feito na Ilha Grande, localizada no litoral do Estado do Rio de Janeiro, identificou um total de 509 espécies arbóreas, pertencentes a 74 famílias (Barros *et al.* 2022).

Não é diferente a situação da disponibilidade de folhas, ramos e tubérculos comestíveis por humanos. Pouquíssimas folhas da Mata Atlântica podem ser ingeridas *in natura*. Algumas espécies de folhas são comestíveis, mas devem ser preparadas ao fogo, como é o caso da taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). Finalmente, com relação aos tubérculos comestíveis, existem algumas espécies nativas, como, por exemplo, o inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) e a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Mas, a exemplo do que ocorre no grupo das frutas, estas espécies são relativamente raras e dificilmente são encontradas em condições nativas, ainda que tenham sido domesticadas e cultivadas há muito tempo (Scheel-Ybert *et al.* 2022).

Apesar de existirem inúmeras espécies potencialmente comestíveis na Mata Atlântica, a quantidade que se obtém é relativamente reduzida. Os frutos comestíveis por humanos geralmente encontram-se distribuídos sob baixas densidades demográficas. Muito constantemente a ocorrência em maior densidade está ligada a manejos feitos por populações tradicionais ou indígenas, sejam elas pretéritos ou presentes (Flores e Levis, 2021). Ainda assim, a oferta de frutos e tubérculos, em termos de quantidade, de uma maneira geral não seria totalmente suficiente para a dieta de populações pré-coloniais de caçadores-coletores. Este impedimento ligado à utilização direta da fitomassa se deve ao fato da mesma ser muito pouco palatável pelo ser humano. A mesma é formada por grande número de compostos secundários, sendo os mais frequentes os taninos, compostos terpenóides, alcalóides e glicosídeos (Borges & Amorim, 2020). Altas concentrações de taninos e características esclerófilas podem constituir barreiras para a alimentação de herbívoros não especialistas, como é o caso dos humanos (Silva *et al.* 2009). Assim, excetuando-se a provisão de proteína representada pela caça e pesca, o bioma da Mata Atlântica não apresenta uma fitomassa de espécies comestíveis significativa. O surgimento da agricultura representou um ponto de inflexão na paulatina conversão de coletores-caçadores em agricultores.

Existe, no entanto, um fator limitante à produtividade agrícola no bioma da Mata Atlântica ligado à fertilidade do solo. Estes são muito intemperizados e possuem, de modo geral,

baixa disponibilidade de fósforo e potássio para as plantas e, ainda, elevada capacidade de adsorção de P inorgânico (Cunha et al. 2007). Segundo Stark & Jordan (1978), a maioria dos nutrientes da serapilheira não é lixiviada para o solo, mas transferida diretamente para as raízes localizadas no topo do solo e na própria camada de serapilheira, constituindo a chamada ciclagem direta. Trata-se de um sistema fechado, onde elementos pouco abundantes no solo, como o fósforo e o potássio, reciclam em um sistema fechado, com pouquíssimas perdas (Oliveira et al. 2004). Ou seja, para que o conteúdo mineral contido na fitomassa possa se tornar disponível para um eventual uso agrícola há a necessidade do seu translocamento para o solo. Isto é feito com a queima da vegetação, uma prática ancestral. Assim, o uso e o controle do fogo deram às populações pré-coloniais uma potencial capacidade de alterar o meio em seu favor.

Dentro deste quadro, o presente trabalho pretende examinar o uso do fogo por populações tradicionais como uma ferramenta de trabalho visando a remoção da vegetação florestal e a remobilização dos nutrientes nela contidos. Usa-se como estudo de caso um experimento realizado com a implantação de uma roça de coivara na floresta de encosta nas proximidades da Vila do Aventureiro, localizada na Ilha Grande, RJ.

A roça de coivara no contexto da cultura caiçara

Existem descrições detalhadas dos diferentes modelos tradicionais de subsistência em diversas comunidades agrícolas (Adams, 2000; Oliveira, 2008 e Adams et al., 2016). Mas ainda carecem de informações em diversos dos seus aspectos, embora se disponha de conhecimentos esparsos sobre os impactos ambientais causados pelos mesmos. De uma maneira geral elas se baseiam na queima da floresta que precede a roça com o objetivo de limpeza e de remobilização de nutrientes nela estocados (Oliveira e Solórzano, 2014).

A cultura caiçara é característica do litoral dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná e é baseada na pesca e em roças de subsistência. Em termos culturais surgiu da miscigenação genética e cultural do colonizador português com o indígena do litoral, sofrendo mais tarde alguma influência do negro (Adams, 1994). Seus conhecimentos sobre os recursos naturais incluem formas de cultivo da terra, assim como sobre a fauna e a flora e sobre tecnologias de manejo (Begossi, 1995). Mussolini (1980) atribui a definição desta cultura, entre outros aspectos, ao tipo de vida mais fechada que se desenvolveu no litoral, relativamente isolado do mundo de fora em termos de produtos e influências.

O sistema de plantio utilizado pelas caiçaras, chamado de roça de toco ou coivara, é conhecido de longa data no interior do país, tratando-se de uma herança indígena, como o próprio nome indica. Este método de plantio é baseado em três fases: 1) a derrubada e queima da mata, 2) implantação da roça e 3) posterior abandono da mesma seguindo-se um período de pousio para restauração da fertilidade do solo, que pode variar de um mínimo de 4 até 50 anos (Schmidt, 1958).

Em numerosos pontos da mata de encosta da Ilha Grande, atualmente encobertos por vegetação densa, é possível encontrar-se vestígios que permitem a identificação de clareiras geradas pela intervenção humana na floresta (Ruiz et al. 2017). Isto se dava em função da economia estar mais centrada na subsistência, e as roças desempenhavam um papel fundamental no abastecimento da população. Assim sendo, a ocupação do território era feita em função da aparente capacidade de suporte do ambiente e da tecnologia usada para a exploração dos recursos. Whitmore (1990) afirma que a agricultura de subsistência (como a roça de coivara) permite um máximo de 10 a 20 pessoas/km², pois, a qualquer tempo, apenas 10% da área pode estar sob cultivo, em decorrência da necessidade de terras em pousio (repouso para recuperação da fertilidade do solo).

As roças caiçaras da Ilha Grande têm em média 0,38 ha. Após o plantio de uma área por cerca de três anos, esta é abandonada quando ocorre a redução de produtividade, decorrente do empobrecimento do solo causado pela exportação dos nutrientes pelas colheitas e/ou por lixiviação. Por um período de 3 a 10 anos, o terreno é abandonado (pousio), ocorrendo no local uma sucessão ecológica, com o aparecimento de uma capoeira ou *tingüera*, como é chamado localmente este tipo de formação secundária (Oliveira e Fernandez, 2017). Após este período, a capoeira emergente pode ser derrubada e queimada para novo plantio. O pousio é, portanto, uma prática integrante desta técnica, e consiste em se permitir o crescimento de uma capoeira visando a recuperação do solo exaurido pelo cultivo. As encostas a montante da vila são assim manejadas há mais de 150 anos, configurando, assim, um mosaico de florestas em diferentes estágios de regeneração.

Segundo Oliveira et al. (1995), os conceitos "terra braba" e "terra mansa" utilizados pelos caiçaras da Ilha Grande espelham, em certa medida, a taxa de diversidade ou de sucessão desejável para o agroecossistema. Por "terra braba" os caiçaras denominam uma capoeira que ganhou aparência de floresta densa, combinando a um tempo alta diversidade com grande biomassa, o que dificulta sobremaneira a sua derrubada. Já a "terra mansa" significa um solo cujo ciclo pousio-cultivo vem sendo seguido, o que torna mais fácil o seu manejo. Como se pode ver, a capoeira, por meio do manejo feito pelos caiçaras, passa a fazer parte integrante do ciclo agrícola, pelo seu papel na incorporação de nutrientes ao solo.

As roças destinam-se basicamente a cultivos de subsistência, sendo corrente a prática do poli-cultivo: mandioca, feijão, guando, inhame, abóbora, milho, arroz de sequeiro, mamão, melancia, batata doce, etc. A roça caiçara é complementada ainda por espécies olerícolas como couve, cenoura e cebola, por produtos de consumo secundário como cará-do-ar (*Dioscorea bulbifera*) e também por invasoras comestíveis como o carurú (*Amaranthus viridis*) e a taioba (*Colocasia antiquorum*). Aparentemente, trata-se de um sistema caótico, em que tudo é plantado sem qualquer ordem preestabelecida. Este sistema reproduz, em escala reduzida, a diversidade de espécies da floresta, o que contribui para o controle das pragas e da infestação de ervas daninhas (Oliveira e Fernandez, 2017).

O preparo do solo para o plantio é iniciado com a derrubada da mata ou capoeira existente no local. Após a roçada da vegetação herbácea, são derrubadas as árvores maiores, sendo estas desgalhadas para facilitar a ação do fogo. O produto desta derrubada é espalhado pelo solo visando facilitar a queima e a distribuição das cinzas (Figura 1). Após algumas semanas é ateado fogo a esta vegetação, com o cuidado anterior da abertura de aceiros e da retirada da lenha aproveitável. O fogo é ateado na parte da manhã, quando a temperatura do solo ainda é baixa. Pelo fato da galhada se encontrar espalhada por todo o terreno, o fogo passa geralmente rápido pelo solo, não ocorrendo um prejuízo maior à estrutura ou à biota do mesmo. Um detalhe importante é que as queimadas são feitas nos meses de maio a julho. Justamente nesta época as chuvas fortes são de menor ocorrência, sendo mais frequentes os sistemas frontais, que se caracterizam por chuvas prolongadas, de intensidade média a fraca. A incorporação das cinzas ao solo é mais intensa neste período do que sob o regime de chuvas torrenciais, quando a erosão e a lixiviação seriam mais intensas. Por outro lado, a utilização do plantio direto (a não utilização de maquinário que revolve o solo) permite, em conjunto com os restos do sistema radicular da capoeira anterior, uma redução significativa da taxa de erosão do solo. Trata-se, portanto, de um sistema agrícola cuja sustentabilidade ecológica é evidenciada pela manutenção da produtividade ao longo do tempo e pela não utilização de insumos externos. Um ponto de grande destaque é a retomada da floresta após o uso pela roça (Oliveira e Fernandez, 2017; Gomes et al. 2020).

Figura 1. Ateando fogo a uma área de floresta secundária na Ilha Grande, RJ, para implantação de roça.



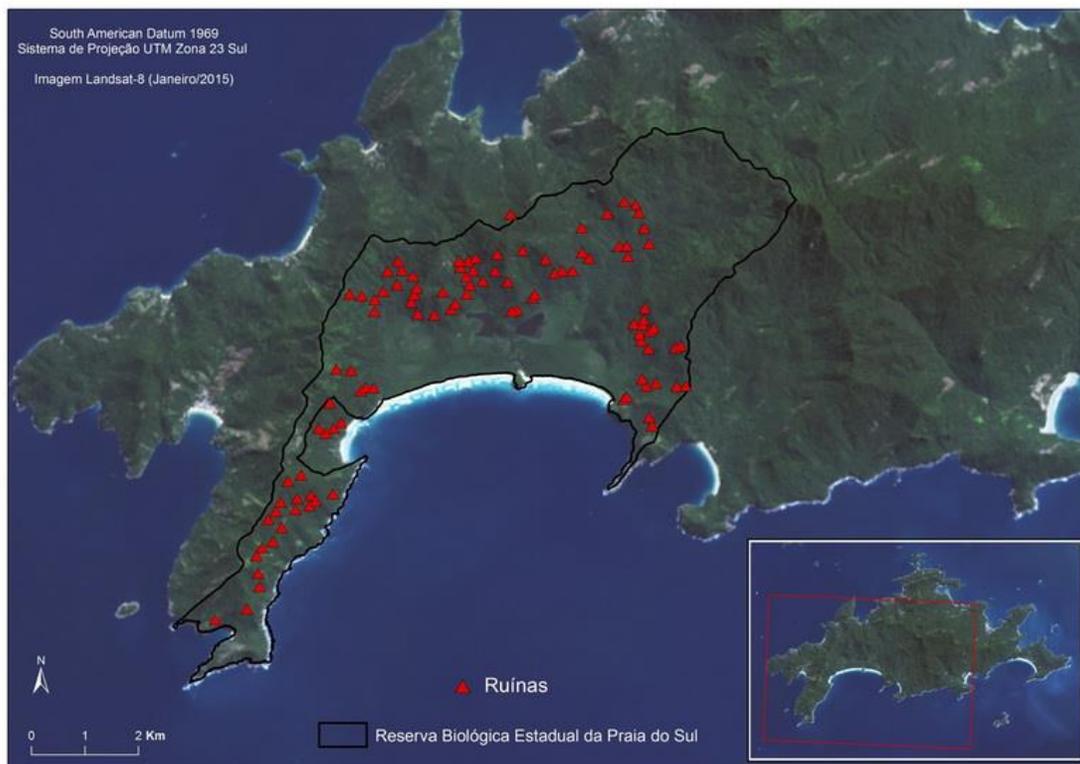
Fonte: Rogério Oliveira.

Procedimentos metodológicos

Área de estudos: A Ilha Grande faz parte de um conjunto de ilhas e ilhotas que caracterizam uma baía de mesmo nome, na região de Angra dos Reis, no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro. Trata-se de um fragmento do maciço litorâneo, isolado do continente por um canal de cerca de 2 km de largura. A área da ilha é de e 190 km², com um relevo bastante acidentado, sendo o Pico do Papagaio (959 m.s.m.) e a Serra do Retiro (1.031 m.s.m.) seus pontos de destaque. Na parte sudoeste da Ilha Grande está localizada a Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (RBEPS), próxima às coordenadas 23o 10'S e 44o 17'W (Figura 2). Na RBEPS, cuja área é de 3.600 ha, são encontradas cinco diferentes formações vegetais: restingas, costões rochosos, manguezal, lagunas e mata de encosta, esta última representando 78% da área total da Reserva (Araújo & Oliveira, 1988). No entorno da Vila do Aventureiro encontra-se a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro, onde o presente trabalho foi realizado. O clima da região é quente e úmido, com temperatura média anual de 24 °C, sem a ocorrência de estação seca definida, e a altura pluviométrica média (Angra dos Reis) é de 1.975 mm (Oliveira, 2004). As florestas de encosta encontram-se em um milenar processo de modificações antrópicas devido ao sucessivo uso de seu território por distintas culturas e ciclos econômicos. As formações secundárias - geralmente em estágio avançado de regeneração - ocupam a grande maioria de suas encostas, e são reconhecidas por espécies indicadoras, como o jacatirão (*Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin) e o guapuruvú (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake) e outras. Uma pequena porção da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Aventureiro é ainda utilizada para plantio de subsistência por uma comunidade de pescadores artesanais que habitam, há mais de 150 anos, totalizando cerca de 120 moradores.¹

Para se reproduzir fielmente o modo de cultivo local, os moradores foram solicitados a nos instruir sobre as técnicas usadas. Com orientações dos mesmos, foi demarcada uma área de floresta secundária com 5 anos de pousio, com 640 m² (40 m x 16 m), onde foi implantada uma roça caiçara, de forma a se reproduzir fielmente todas as etapas de cultivo e de manejo realizadas por eles. A cultura instalada durante a fase de estudos foi o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Neste experimento foi utilizada apenas uma cultura, devido a limitações metodológicas e de tempo, porém o costume local é a utilização de policultura (banana, inhame, mandioca, feijão, milho, plantas medicinais, etc.).

¹ Os detalhes metodológicos encontram-se pormenorizadamente descritos na dissertação do primeiro autor: Silva, R.F. Roça caiçara: dinâmica de nutrientes, propriedades físicas e fauna do solo em um ciclo de cultura. 1998. Dissertação, Mestrado em Agronomia (Ciências do Solo), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Figura 2. Localização da Reserva Biológica da Praia do Sul na Ilha Grande (RJ).

Fonte: Rogério Oliveira.

A área florestada escolhida foi dividida em 8 parcelas de 80 m² (10 m x 8 m), e, para a caracterização da estrutura e estimativa da biomassa da vegetação, em cada parcela foi demarcada uma subparcela ao acaso de 20 m² (5 m x 4 m). Esta parte do estudo foi constituída por medições da massa foliar e da biomassa aérea de árvores, arbustos, trepadeiras e plantas herbáceas e, por fim, pela análise dos nutrientes contidos nos tecidos vegetais. Toda a vegetação foi coletada e a identificação das mesmas foi realizada em campo ou com o uso de bibliografia especializada e/ou por comparação em coleções de herbários.

Todo o material vegetal contido nas subparcelas foi cortado ao nível do solo e dividido em dois compartimentos: materiais lentamente degradáveis (troncos e galhos grossos ≥ 5 cm de diâmetro) e rapidamente degradáveis (galhos finos ≤ 5 cm de diâmetro) e folhas, para o procedimento da análise dos bioelementos. A biomassa foi avaliada com o uso de balança de campo para determinação do peso fresco, sendo posteriormente convertido para peso seco por meio de ensaios para avaliação do teor de umidade em laboratório. Para determinação da massa de serapilheira, foi usada uma moldura quadrada de 0,25 m², com 15 lançamentos aleatórios. Cerca de 20 dias após a derrubada da floresta que existia no local foi realizada a queima da vegetação. Este processo foi feito sob a orientação dos moradores locais com o uso de suas técnicas: aceiro, fogo controlado, contrafogo, etc. (Figura 3 e 4). Após a queima foram coletadas amostras das cinzas depositadas sobre a superfície do solo com o uso de 30 placas de Petri de

área conhecida e espalhadas aleatoriamente sobre o terreno. Os troncos que não queimaram completamente tiveram a sua massa e concentração de nutrientes avaliadas. Esta foi feita com pesagem e análise de amostras dos mesmos. Nos troncos maiores, a sua massa foi conhecida por meio de volumetria e de coletas de amostras do lenho para se saber a sua densidade.

Figura 3. Deposição de cinzas após a queima da vegetação florestal na Ilha Grande.



Fonte: Rogério Oliveira.

Figura 4. O uso de aceiro na fase da queima da vegetação secundária que precedeu ao cultivo da cultura de feijão comum (Ilha Grande, RJ).



Fonte: Rogério Oliveira.

As amostragens para a análise das propriedades químicas do solo foram realizadas nos distintos estágios de implantação da roça: floresta, antes do plantio, durante a cultura e após a colheita. Entre a derrubada da mata e a colheita transcorreram aproximadamente cinco meses. Foram realizadas amostragens de solo em cada parcela, retirando-se 10 amostras simples que posteriormente formaram quatro amostras compostas, em quatro profundidades: 0-5, 5-10, 10-20, e 20-30 cm, onde foram analisados pH, P, K, Ca, Mg, Al, H total, Na e C-orgânico (EMBRAPA, 1999). No material vegetal foram analisados N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn.

Resultados e Discussão

Foi encontrado na área de floresta que foi derrubada e queimada um total de 16 espécies de hábito arbóreo-arbustivo com altura e diâmetros superiores a 1,3 m e 2,5 cm respectivamente, sendo excluídas as herbáceas e trepadeiras (Tabela 1). Estes dois últimos grupos, embora não tenham participado do levantamento da composição da vegetação, tiveram a sua biomassa estimada. As espécies amostradas são relativamente frequentes em estágios sucessionais iniciais em formações de Mata Atlântica (Oliveira, 2002; Oliveira *et al.*, 2008). Espécies pertencentes à família Leguminosae não foram amostradas nas parcelas, apesar de serem muito frequentes nos estágios

iniciais da sucessão na Ilha Grande e presentes em áreas próximas. Em toda a área de levantamento, constatou-se como espécie de maior densidade *Miconia calvescens*, com 30,3% do total de indivíduos (tabela 4). Seguem-se *Piper arboreum* (27,6 %), *Schinus terebinthifolius* (5,3%), *Siparuna brasiliensis* (5,3%) e *Ficus insipida* (5,3%). Estas cinco espécies constituíram 73,8% do total de indivíduos inventariados.

Tabla 1. Espécies e famílias encontradas na área de estudo de floresta atlântica secundária (Ilha Grande-RJ). Fonte: elaboração dos autores.

Espécies	Família	Densidade (ind./ha)
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	1,438
<i>Rollinia dolabripetala</i> (Rad.) St. Hil.	Annonaceae	1,313
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	Apocynaceae	250
<i>Casaria sylvestris</i> SW.	Salicaceae	250
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naud.	Melastomataceae	250
<i>Pleroma granulosum</i> (Desr.) D. Don	Melastomataceae	188
<i>Miconia calvescens</i> DC.	Melastomataceae	188
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC	Melastomataceae	188
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Siparunaceae	188
<i>Siparuna brasiliensis</i> (Spreng.) A.DC.	Siparunaceae	125
<i>Ficus insipida</i> Willd.	Moraceae	62
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	Piperaceae	62
<i>Piper rivinoides</i> Kunth	Piperaceae	62
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Sapindaceae	62
<i>Solanum carautae</i> Carvalho	Solanaceae	62
<i>Capsicum schottianum</i> Sendt.	Solanaceae	62

Fonte: elaboração dos autores.

Classificando-se as espécies segundo a respectiva participação na fitomassa, a dominante é *Pleroma granulosum* (= *Tibouchina granulosa*, a quaresmeira), com 19,1% da fitomassa total (Tabela 2). Seguem-se *Solanum carautae* (12,8%), *Ficus insipida* (12,1%), *Schinus terebinthifolius* (10,1%) e *Tabernaemontana laeta* (9,7%). Ao todo, estas cinco espécies correspondem a 63,8% da fitomassa total.

Tabela 2. Fitomassa total absoluta e relativa das espécies por hectare divididos em compartimentos: lentamente degradável (troncos e galhos grossos) e rapidamente degradável (galhos finos e folhas), da serapilheira e de herbáceas e trepadeiras.

Espécies	Tronco	Galhos grossos	Galhos finos	Folhas total	Fitomassa	
					kg/ha	
						%
<i>Pleroma granulosum</i> (Desr.) D. Don	9,850	1,069	844	545	12,308	19.1
<i>Solanum carautae</i> Carvalho	5,606	1,506	681	437	8,230	12.8
<i>Ficus insipida</i> Willd.	5,700	840	813	427	7,780	12.1
<i>Schinus terebenthifolius</i> Raddi	3,922	1,544	825	200	6,491	10.1
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	2,994	2,419	506	312	6,231	9.7
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	4,275	706	394	381	5,756	9
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	2,848	--	1,350	845	5,043	7.8
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naud.	4,100	500	344	75	5,019	7.8
<i>Casaria sylvestris</i> SW.	1,753	75	394	119	2,341	3.6
<i>Piper rivinoides</i> Kunth	382	63	200	88	733	1.1
<i>Siparuna erythrocarpa</i> A. DC.	424	--	163	56	643	1
<i>Capisicum schottianum</i> Sendt	156	106	250	81	593	0.9
<i>Siparuna brasiliensis</i> (Spreng.) A.DC.	313	56	107	81	557	0.9
<i>Miconia calvescens</i> DC.	216	87	116	33	452	0.7
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	75	--	194	31	300	0.5
<i>Rollinia dolabripetala</i> (Rad.) St. Hil.	51	--	38	31	120	0.2
Subtotal	42,665	8,971	7,219	3,742	62,597	--
trepadeiras ^{e*}	1,551	--	--	92	1,643	2.6
herbáceas ^{e*}	--	--	--	34	34	0.1

Fonte: elaboração dos autores.

Quanto à compartimentação da biomassa, as espécies contribuíram por ordem de importância, em primeiro lugar, com a massa lenhosa, que corresponde ao compartimento lentamente degradável (troncos e galhos grossos). As maiores massas foliares ficaram com *Ficus insipida*, *Pleroma granulosum* e *Solanum carautae*. Segundo Golley (1978) muitas diferenças podem ser observadas quanto à distribuição da biomassa nos vários compartimentos (parte aérea, raízes e serapilheira) dependendo do ecossistema ou de sua fase sucessional. A massa de serapilheira coletada no piso florestal foi de 5,16 Mg/ha, com um coeficiente de variação de 51,9%.

Estas espécies apresentaram valores diferenciados no que se refere à concentração de bioelementos, tanto por espécie quanto por fração das mesmas. A tabela 3 apresenta os valores de concentração do compartimento folhas. Na fase inicial do crescimento, a maior parte dos nutrientes está contida nas folhas. A distribuição dos elementos entre as espécies (e o grupo das trepadeiras e herbáceas) variou bastante, principalmente para Mn, Ca e Mg, que apresentaram

os maiores coeficientes de variação. À medida que a idade das folhas aumenta, seu peso seco e o teor de nutrientes varia, ocorrendo uma translocação de nutrientes de órgãos senescentes para regiões de crescimento da árvore (Oliveira *et al.* 2004).

Tabela 3. Concentração de bioelementos do material foliar das espécies encontradas na área do estudo (MS: massa seca).

Espécies	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	mg/g MS								
<i>Tabernaemontana laeta</i>	36.7	2.4	28.9	14.4	7.2	0.18	0.008	0.038	0.275
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	29	2.2	14.2	9.8	4.8	0.16	0.012	0.08	0.065
<i>Cupania oblongifolia</i>	32.4	3.6	30.7	13.8	7.2	0.16	0.02	0.046	0.46
<i>Siparuna brasiliensis</i>	16.8	2	17.7	3.4	2	0.14	0.008	0.038	0.445
<i>Schinus terebenthifolius</i>	20.9	2.4	21.4	12.2	2.9	0.16	0.009	0.03	0.076
<i>Rollinia dolabripetala</i>	36.1	4.4	55.2	13	8.4	0.26	0.016	0.066	0.45
<i>Caseria sylvestris</i>	26.1	2.1	29.4	10	3.2	0.14	0.009	0.048	0.11
<i>Pleroma granulosum</i>	25.3	2	33.4	9.2	4	0.16	0.01	0.05	0.055
<i>Miconia calvescens</i>	20.9	2	11.6	15	3.1	0.17	0.011	0.044	0.039
<i>Miconia prasina</i>	19.3	1.7	22.4	17.4	2.5	0.15	0.009	0.035	0.085
<i>Siparuna erythrocarpa</i>	26.8	2.6	33.5	14.2	6.9	0.18	0.01	0.053	0.057
<i>Ficus insipida</i>	25.4	6.8	28.5	25.3	6	0.14	0.008	0.032	0.083
<i>Piper arboreum</i>	22	3.9	30.2	21.5	4.8	0.22	0.009	0.038	0.097
<i>Piper rivinoides</i>	23.4	1.8	14.6	12.9	2.2	0.17	0.016	0.026	0.215
<i>Solanum carautae</i>	39.4	3.6	34.9	7.9	4.7	0.18	0.012	0.12	0.292
<i>Capisicum schottianum</i>	37.1	2.8	32.5	5.2	4	0.15	0.008	0.054	0.27
herbáceas *	24.3	6.9	21.6	10.5	4.4	0.39	0.008	0.055	0.08
trepadeiras *	25.6	2.7	30.5	12.9	3.8	0.17	0.008	0.06	0.08
Média	27.1	3.1	27.3	12.7	4.6	0.18	0.01	0.05	0.179
Desvio padrão	6.5	1.5	9.8	5.1	1.8	0.1	0	0	0.1
Coefficiente de variação	23.9	48.9	36	40.2	40.2	31.6	31.7	42.1	80.6

Fonte: elaboração dos autores.

A Tabela 4 apresenta as reservas de matéria orgânica e macroelementos (com exceção do N e S) encontradas nos diversos compartimentos do sistema florestal que precedeu ao plantio. Inclui-se aí o solo na sua condição anterior à queima.

Tabela 4. Reserva de matéria orgânica e macro elementos (com exceção do N e S) na área estudada de vegetação secundária, diferenciadas por compartimentos.

Compartimento	MO	P	K	Ca	Mg
	Mg/ha			kg/ha	
Solo 0-5 cm	25	2.55	89.8	400	132
5-10 cm	21.5	1.8	68.8	280	102
10-20 cm	38	3.4	123.8	460	168
20-30 cm	36	2.4	111.1	440	168
Total do solo	120.5	10.15	393.5	1,580.00	570
Serapilheira	5.16	6.2	33	130.5	14.4
Tronco	44.22	44.2	358	300.7	53
Galhos grossos	8.97	9.9	92.4	69.9	9.9
Galhos finos	7.22	8.7	88.1	47.7	8.7
Folhas	3.87	11.9	105.7	49.1	17.8
Vegetação (total)	64.27	74.7	644.2	467.4	89.4
Vegetação + Serapilheira	69.43	80.9	677.2	597.9	103.8
Total	189.93	91.05	1,070.70	2,177.90	673.8

Fonte: elaboração dos autores.

O valor da biomassa acima do solo encontrado (64,27 Mg/ha) situa-se na faixa reportada de 36 a 199 Mg/ha para florestas secundárias da Área de Proteção Ambiental Rio Macacu, RJ (Lima 2010). O compartimento do sistema com maior massa de matéria orgânica total foi o solo, detentor de 63,5% do total da floresta em estudo (Tabela 5). Quanto ao fluxo de nutrientes, observa-se que as maiores quantidades de fósforo e potássio estão localizadas na biomassa vegetal, com 82% e 60,2%, respectivamente, enquanto as maiores massas de cálcio e magnésio encontram-se no compartimento solo, com 72,5% e 84,6%, respectivamente, do total do ecossistema. Como o N do solo não foi avaliado de uma forma que possa ser considerado como disponível, não foi calculado o conteúdo do mesmo na floresta. Nota-se que o compartimento serapilheira participa apenas de uma pequena parcela de estoque dos nutrientes do total do sistema. Com relação à biomassa viva, as folhas apresentaram uma concentração significativa de elementos, mas com uma reserva mais reduzida em função de sua menor massa. Cumpre lembrar que se trata de compartimento lábil em relação à liberação de nutrientes, tanto para a floresta como para a roça que a sucedeu. A tabela 5 sintetiza os valores de bioelementos ligados ao compartimento folhas da floresta secundária, de acordo com as espécies presentes.

Tabela 5. Quadro síntese das reservas orgânicas e minerais nos sítios de vegetação secundária (no solo: os teores de elementos são partes extraíveis). Entre parênteses, a participação percentual em relação ao total.

Compartimento	MO	P	K	Ca	Mg
	Mg/ha			kg/ha	
fitomassa *	64.2	74.7	644.2	467.4	89.4
	-33.80%	-82%	-60.20%	-21.50%	-13.30%
serapilheira	5.1	6.2	33	130.5	14.4
	-2.70%	-6.80%	-3.10%	-6.00%	-2.10%
solo (0-30 cm)	120.5	10.15	393.5	1,580	570
	-63.50%	-11.20%	-36.70%	-72.50%	-84.60%
Total	189.8	91.05	1,070.70	2,177.90	673.8

Fonte: elaboração dos autores.

No total, a floresta que precedeu ao cultivo apresentou um estoque de 91,0 kg de P; 1.070,7 kg de K; 2.177,9 kg de Ca e 673,8 kg de Mg por hectare. No caso de aproveitamento agrícola com bases em culturas anuais, poderão ser disponíveis, a curto prazo, as reservas de nutrientes contidas no solo a uma profundidade entre 0-30 cm, bem como na serapilheira e na vegetação, a prazo mais longo.

Contribuição nutricional das cinzas pela queima da vegetação florestal

As mudanças mais marcantes na fertilidade de solos ácidos em áreas extensivas de terra firme ocorrem durante o processo de derrubada e queima da vegetação de florestas primárias e secundárias. A disponibilidade de nutrientes no solo é aumentada em função da mineralização e adição de cinzas durante a queima (Silva et al. 2000). A partir da queima da vegetação secundária, foi depositada uma camada de cinzas sobre o solo; na tabela 6 são apresentados os teores de nutrientes nas mesmas, com exceção do nitrogênio. O estoque de nutrientes e de matéria orgânica no solo na primeira etapa da roça caiçara (após a queima) foi de 127,45 Mg de matéria orgânica; 65,05 kg de P; 681,9kg de K; 2.038,7 kg de Ca e 643,0 kg de Mg por hectare.

As cinzas contribuíram, em peso médio, com 6,95 Mg/ha de matéria orgânica em base de peso seco. Este material agregava o equivalente a 54,9; 288,4; 458,7 e 72,98 kg de P, K, Ca e Mg por hectare, respectivamente. O conteúdo de nutrientes nas cinzas da floresta secundária, neste estudo, foi superior ao obtido por Smyth e Bastos (1984) e Hernani et al. (1987) na queima de uma capoeira de 12 anos em Manaus-AM e Pariquera-Açu-SP, respectivamente.

Tabela 6. Estoque relativo de matéria orgânica e nutrientes na roça caiçara após a queima da biomassa da vegetação secundária e sua conversão em cinzas, na RBEPS (Ilha Grande - RJ). autores.

Compartimento	MO	P	K	Ca	Mg
	Mg/ha			kg/ha	
Cinzas	6.95	54.9	288.4	458.7	72.98
Solo (0-30 cm)	120.5	10.15	393.5	1580	570
Total	127.45	65.05	681.9	2038.7	642.98

Fonte: elaboração dos autores.

A maior parte dos materiais queimados foi serapilheira, folhas e galhos, enquanto que parte dos troncos não se queimou, permanecendo, portanto, seus restos no local. A quantidade de material não queimado foi da ordem de 2,13 Mg. ha⁻¹ (tabela 14). Este material sofrerá um lento processo de decomposição, o qual agregará 11,7 kg. ha⁻¹ de N; 2,1 kg. ha⁻¹ de P; 17,2 kg. ha⁻¹ de K; 14,5 kg. ha⁻¹ de Ca e 2,5 kg. ha⁻¹ de Mg ao agroecossistema. Esses elementos não se perdem, mas serão aproveitados pelo sistema aos poucos, através da decomposição ao longo dos ciclos da roça caiçara, cujo tempo médio de cultivo na RBEPS, segundo Oliveira e Fernandez (2017), é de 3,7 anos. Materiais mais recalcitrantes ao fogo poderão permanecer íntegros por tempo superior ao da roça.

A quantidade de nutrientes nas cinzas foi inferior aos teores de nutrientes detectados na biomassa da floresta, o que evidencia que parte considerável dos nutrientes estudados permaneceu na biomassa não queimada (tabela 7). A biomassa da vegetação secundária havia apresentado 69,43 Mg. ha⁻¹ de matéria seca, onde apenas 10.1% (6,95 Mg. ha⁻¹) foi transformadas em cinzas. Silva (1991) estimou que somente 20% da biomassa vegetal foi convertida em cinzas após a queimada de uma floresta nativa, em solos de tabuleiro, no Sul da Bahia.

Tabela 7. Produção e acúmulo de nutrientes da vegetação secundária e sua conversão em cinzas, com respectivas perdas em roça caiçara na Ilha Grande-RJ. Os valores entre parênteses representam a perda percentual.

Compartimento	MO	N	P	K	Ca	Mg
	Mg/ha			kg/ha		
Biomassa da veg. secundária	69.43	458	80.9	677.2	597.9	93.8
Fitomassa não queimada	2.13	11.7	2.1	17.2	14.5	2.5
Cinzas	6.95	29.19	54.9	288.4	458.7	72.98
Perda com a queima	60.35	417.11	23.9	371.6	124.7	18.32
	-86.90%	-91.10%	-29.50%	-54.90%	-27.20%	-19.50%

Fonte: elaboração dos autores.

Conclui-se, portanto, que com a queima da biomassa vegetal, a perda foi da ordem de 91,1% de N; 29,5% de P; 54,9% de K, 27,2% de Ca e 19,5% de Mg. No entanto, a perda observada para o nitrogênio em relação aos demais nutrientes pode ser potencialmente compensada, ao longo do cultivo, pela fixação biológica do mesmo pela cultura do feijão. É possível também que os tocos de leguminosas presentes na floresta que precedeu a roça mantenham a capacidade potencial da fixação de nitrogênio. Segundo Sánchez (1981), a queima volatiliza a maior parte de carbono, enxofre e nitrogênio presentes na vegetação, e tem pouco efeito sobre a matéria orgânica do solo. Estes dados só podem ser considerados como referenciais aproximados, pois sabe-se que as propriedades da queima são muito heterogêneas, variando conforme o sítio, o material, espécie vegetal e as condições de queima.

Reservas orgânicas e minerais no agroecossistema após a primeira cultura

Na Tabela 8 estão reunidos os dados sobre reservas de nutrientes neste agroecossistema tradicional após o cultivo da cultura do feijão comum. No total, as reservas de nutrientes são constituídas de 105,55 kg.ha⁻¹ de matéria orgânica; 15,12 kg.ha⁻¹ de P; 555,14 kg.ha⁻¹ de K; 992,73 kg.ha⁻¹ de Ca e 382,8 kg.ha⁻¹ de Mg. A cultura utilizada no estudo, após 70 dias da sua instalação, produziu 1,68 Mg/ha de matéria seca e retirou do sistema o equivalente a 4,31; 53,44; 21,41 e 6,17 kg.ha⁻¹ de P; K; Ca e Mg, respectivamente. Após a colheita, a matéria seca caiu para 1,26 Mg/ha, devido à senescência das folhas do feijoeiro que continuaram no sistema, as quais agregam 4,19; 40,15; 32,91 e 15,87 kg. ha⁻¹ de P; K; Ca e Mg, respectivamente. As somas destas retiradas correspondem ao total de nutrientes perdidos por meio da exportação pela colheita, pois esses materiais não retornam ao sistema. Deve-se ainda ressaltar que, além destas perdas de nutrientes, também há, na agricultura tradicional, aquelas causadas pela lixiviação e erosão. No entanto, estes processos erosivos são relativamente minimizados em função da preservação dos tocos e do sistema radicular da floresta secundária que precedeu ao cultivo.

Tabela 8. Reserva de matéria orgânica e nutrientes no agroecossistema caíçara após 70 dias do plantio e após a colheita da cultura (feijão), na RBEPS (Ilha Grande - RJ).

Compartimento	MO	P	K	Ca	Mg
	Mg/ha			kg/ha	
Cultura (70 dias após plantio)*	1.68	4.31	53.44	21.14	6.17
Cultura (após a colheita) *	1.26	4.19	40.15	32.91	15.87
Fitomassa não queimada	2.13	2.1	17.2	14.5	2.5
Solo (0-30 cm)	102	12.9	524.65	990	390
Total **	105.55	15.12	555.14	992.73	382.8

* parte aérea; ** Total = (cultura 70 dias - cultura após colheita) + fitomassa não queimada + solo

Fonte: elaboração dos autores.

Empregando-se os valores da reserva de nutrientes da floresta secundária e do agroecossistema caíçara, chega-se a um balanço aberto de nutrientes para a utilização tradicional após um ciclo de cultura (Tabela 9). Nota-se que após a utilização agrícola (depois do ciclo de uma cultura) constataram-se perdas de 42,2% de matéria orgânica; 27,8% de P; 26,2% de K; 34,3% de Ca e 32,3% de Mg.

Tabela 9. Balanço das quantidades de matéria orgânica e nutrientes em dois ecossistemas (floresta secundária x roça caíçara), com respectivas perdas, na RBEPS (Ilha Grande-RJ); os valores entre parênteses representam as perdas em porcentagem.

Reserva	MO	P	K	Ca	Mg
	Mg/ha	kg/ha			
Floresta secundária	189.93	91.05	1070.7	2177.9	663.8
Roça caíçara	109.82	65.71	790.1	1430.29	449.61
Perdas	80.11	25.35	280.6	747.61	219.19
	-42.20%	-27.80%	-26.20%	-34.30%	-32.30%

Fonte: elaboração dos autores.

Quando se compara o solo sob os dois sistemas (floresta e roça), constata-se na roça caíçara perdas de 15,3% de matéria orgânica; 37,3% de Ca e 31,6% de Mg e ganhos de 21,3 % de P e 24,9 % de K (Tabela 10). Esses ganhos são provenientes das cinzas originadas da transformação da biomassa vegetal. No caso dos elementos Ca e Mg, era esperado o aumento no seu conteúdo, mas como foi relatado anteriormente, este incremento não aconteceu devido ao tempo necessário para a completa solubilização das cinzas. As perdas constatadas podem ser atribuídas tanto à exportação de nutrientes causada pela colheita da cultura quanto, em menor parte, por lixiviação e erosão. Há ainda que se considerar as não-perdas, representadas pelos troncos que não foram queimados mas permaneceram no sistema.

Tabela 10. Acúmulo de matéria orgânica e nutrientes no solo (0-30cm de profundidade) sob ecossistema de floresta secundária e roça caíçara, com respectivas perdas (-) e/ou ganhos (+); os valores entre parênteses representam a perda em porcentagem, na RBEPS (Ilha Grande-RJ).

Solo sob:	MO	P	K	Ca	Mg
	Mg/ha	kg/ha			
Floresta secundária	120.5	10.15	393.5	1580	570
Roça caíçara	102	12.9	524.65	990	390
Perda (-) e/ou ganho (+)	-18.5	2.75	131.15	-590	-180
	-15.30%	-21.30%	-24.90%	-37.30%	-31.60%

Fonte: elaboração dos autores.

A produtividade de grãos obtida foi 889,7 kg/ha, portanto, superior à produtividade média nacional (763 kg/ha) e inferior à média da região Sudeste (1.508 kg/ha) (IBGE, 2023). Esta produtividade da cultura foi devido à fertilidade do solo da área em estudo e do incremento parcial de nutrientes pela deposição das cinzas. Segundo Sánchez (1981), após o primeiro cultivo os rendimentos na produção baixam gradualmente, pois a rapidez deste processo varia de acordo com as propriedades do solo. O tempo médio de utilização da roça pelos caixaras (3,7 anos) traduz a necessidade do pousio para a restauração da fertilidade do solo.

Existe uma tendência esperada ao declínio do rendimento das culturas com o cultivo contínuo. Com variações intrínsecas às áreas, as causas do declínio da produtividade são geralmente a infestação de ervas daninhas e deficiências nutricionais no solo. A reposição de nutrientes que se dá no período de pousio é feita em grande parte pelo retorno da matéria orgânica e nutrientes para a superfície do solo, via produção e subsequente decomposição da serapilheira. Se o pousio for muito curto, uma degradação local pode acontecer e a produtividade declina. Se for muito longo, o sistema se torna impraticável devido à grande extensão de terra necessária, além do aumento das dificuldades pertinentes à limpeza do terreno. Assim, por meio do manejo feito pelos caixaras, a floresta em regeneração passa a fazer parte integrante do ciclo agrícola, pelo seu papel na incorporação de nutrientes ao solo.

Considerações finais e conclusões

No contexto e nas condições culturais nas quais a roça caixara é implantada, o papel e o uso do fogo assume contornos de uma verdadeira ferramenta, com duas atuações distintas. A primeira é ligada à abertura e limpeza da área onde será feita a roça. Existe uma série de práticas culturais que minimizam os efeitos deletérios do fogo sobre a vegetação florestal, como o uso de aceiros, a época do ano em que é empregado, o uso de contrafogo, etc. Em seu conjunto, essas práticas fazem com que o fogo seja mantido sob estrito controle, sem se propagar para fora da roça em implantação. Com relação à transferência de nutrientes da fitomassa florestal para o solo, o uso do fogo permite um aporte de nutrientes que supre satisfatoriamente as deficiências naturais do solo. Com a queima da floresta, os elementos mais concentrados na sua biomassa – o fósforo e o potássio – são incorporados ao solo de forma significativa. Com relação ao nitrogênio (não avaliado no presente estudo) é de se supor que os tocos de leguminosas permaneçam ativos no que se refere à sua fixação biológica por bactérias diazotróficas. Assim, no contexto cultural e tecnológico no qual o fogo é empregado nas roças de coivara este apresenta grande eficiência na transformação de uma biomassa impalatável da floresta em alimentos para o uso de seus agricultores.

Em resumo e com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. A concentração de bioelementos na floresta secundária variou de uma espécie para outra e os valores oscilaram dentro de uma ordem de grandeza específica de cada elemento. De forma geral, a ordem relativa decrescente da concentração de nutrientes nos compartimentos foi a fração folhas seguido de galhos finos, galhos grossos e tronco.

2. Antes da conversão da floresta secundária em sistema agrícola, as maiores reservas de matéria orgânica, cálcio e magnésio se encontravam no solo, enquanto que os elementos fósforo e potássio se encontravam na biomassa da floresta.
3. Somente 10,1% da biomassa foi convertida em cinzas, havendo uma expressiva perda na maioria dos nutrientes avaliados. Essas perdas foram de 91,1 % de N; 29,5 % de P, 54,9 % de K; 0,05 % de Ca e 19,5 % de Mg.
4. No balanço aberto de nutrientes do agroecossistema tradicional, após o ciclo de uma cultura, constatou-se perdas de 42,2% de matéria orgânica; 27,8% de P; 26,2% de K; 28,5% de Ca e 32,3% de Mg. Mas quando se contrasta o solo sob os dois ecossistemas constatam-se perdas de 15,3% de matéria orgânica; 37,3% de Ca e 31,6% de Mg e ganhos de 21,3% de P e 24,9% de K.
5. Em cerca de cinco anos se dá o retorno da fertilidade do solo às condições antecedentes à instalação da roça, o que assegura a sustentabilidade do sistema da roça pelo menos nos moldes em que foi praticada.

Financiamento

O trabalho integra o projeto: Geografia Histórica do café no vale do rio Paraíba do Sul (RJ e SP): paisagem e metabolismo social.

Referências Bibliográficas

- Adams, C. (1994). As Florestas Virgens Manejadas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Antropologia*, 10 (1), 3-20.
- Adams, C. (2000). As Roças e o Manejo da Mata Atlântica pelos Caiçaras: uma revisão. *Interciencia*, 25 (3), 143-150.
- Adams, C. (2000). *Caiçaras na Mata Atlântica: pesquisa científica versus planejamento e gestão ambiental*. São Paulo: Amablume/ FAPESP.
- Adams, C., Rodrigues, S. T., Calmon, M. & Kumar, C. (2016). Impacts of large-scale forest restoration on socioeconomic status and local livelihoods: what we know and do not know. *Biotropica* 48, 731-744.

- Barros, A. A. M., Kurtz, B. C., Machado, D.N.S., Oliveira, R.R., Ribas, L.N. & Pessoa, S. V. (2022). Tree species composition in Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. *Biota Neotropica* 22, 1-27. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2022-1336>
- Begossi, A. (1995). Cultural and ecological resilience among caiçaras of the Atlantic Forest coast and caboclos of the Amazon (Brazil). Em F.Berkes & C. Folke (Eds.), *Linking social and ecological systems for resilience and Sustainability*. Stockolm: The Beijer International Institute o Ecological Economics.
- Borges, L. P., Amorim, V. A. (2020). Metabólitos secundários de plantas. *Revista Agrotecnologia* 11, 54-67.
- Cunha, G. M., Gama-Rodrigues, A.C., Costa, G.S. & Velloso, A. C. X. (2007). Fósforo Orgânico em Solos sob florestas Montanas, Pastagens e Eucalipto no Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 31, 667 – 672.
- Denich, M. (1991). *Estudo da importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental Brasileira*. Belém: EMBRAPA/CPATU.
- Flores, B. M. & Levis, C. (2001). Human-food feedback in tropical forests. *Science*, 5 (372), 1146-1147.
- Golley, F.B. (1978). *Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida*. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo.
- Gomes, E. P. C., Sugiyama, M., Oliveira J. R., C. J. F. & Adams, C. (2020). Post-agricultural succession in the fallow swiddens of Southeastern Brazil. *Forest Ecology and Management* 475, 118398. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118398>
- Hernani, L.C., Sakai, E., Ishimura, I. & Lepsch, I.F. (1987). Influência de Métodos de Limpeza de Terreno sob Floresta Secundária em Latossolo Amarelo do Vale do Ribeira, SP: I. Dinâmica de atributos químicos, físicos e produção de milho. *Revista brasileira de Ciência do Solo* 11, 205-213.
- Lima, J. A. S. L. (2010). *Estimativas da biomassa acima do solo de florestas secundárias da área de proteção ambiental do rio Macacu (RJ)*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Lorenzi, H., Bacher, L., Lacerda, M. & Sartori, S. (2006). *Frutas Brasileiras e Exóticas Cultivadas (de consumo in natura)*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudo da Flora.
- Mussolini, G. (1980). *Ensaio de antropologia indígena e caiçara*. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra.
- Oliveira, R. R. & Fernandez, A. C. F. (2017). Entre roças e florestas: passado e presente na Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Pós-Graduação* 13, 777-802.
- Oliveira, R. R. & Solórzano, A. (2014). Três Hipóteses Ligadas à Dimensão Humana da Biodiversidade da Mata Atlântica. *Fronteiras: Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente* 3, 80-95.
- Oliveira, R. R. (2002). Ação antrópica e resultantes sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. *Rodriguesia*, 53 (82), 33-58.
- Oliveira, R. R. (2004). Importância das bromélias epífitas na ciclagem de nutrientes da Floresta Atlântica. *Acta Botanica Brasilica*, 18 (4), 793-799.

- Oliveira, R. R. (2008). When the shifting agriculture is gone: functionality of Atlantic Coastal Forest in abandoned farming sites. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas* 3, 213-226.
- Oliveira, R. R., Lima, D. F., Delamônica, P., Silva, R. F. & Toffoli, D. D. G. (1995). Roça Caiçara: Um Sistema "primitivo" auto-sustentável. *Ciência Hoje* 108, 45-51.
- Oliveira, R. R., Silva, R. F. & Lima, E. (2004). Transferência de nutrientes em floresta pluvial atlântica sob manejo de populações caiçaras. *Pesquisas. Botânica* 55, 217-226.
- Ruíz, A. E. L., Oliveira, R. R & Solórzano, A. (2017). Buscando la Historia en los Bosques: el papel de los macrovestigios y de la vegetación en la Mata Atlántica *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science* 6, 163-182.
- Sánchez, P. (1981). *Suelos del Trópico: características y manejo*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/16537>
- Scheel-Ybert, R.; Boyadjian, C. & Capucho, T. (2022). Por que a sociedade sambaquiiana deve ser considerada como de meio termo? *Revista de Arqueologia* 35, 3-31.
- Schmidt, C.B. (1958). *A lavoura caiçara*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrária, Documento da Vida Rural n. 14.
- Silva, J.O, Jesus F.M, Fagundes, M. & Fernandes, G.W. (2009). Esclerofilia, taninos e insetos herbívoros associados a *Copaifera lagsdorffii* Desf. (Fabaceae: Caesalpinioideae) em área de transição Cerrado-Caatinga no Brasil. *Ecología austral* 19, 197-206.
- Silva, R. F., Lima, E., Berner, P.G.M. & Oliveira, R. R. (2000). Alterações das propriedades físicas do solo em um agroecossistema caiçara (agricultura itinerante). *Agronomia (UFRRJ)* 34, 14-19.
- Silva, R.F. (1998). Roça caiçara: dinâmica de nutrientes, propriedades físicas e fauna do solo em um ciclo de cultura. 1998. Dissertação de mestrado em Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), inédita.
- Smyth, T.J. & Bastos, JB. (1984). Alterações na fertilidade de um Latossolo Amarelo álico pela queima da vegetação. *Revista brasileira de Ciência do Solo* 8, 127-132.
- Smyth, T.J. (1996). Manejo da fertilidade do solo para produção sustentada de cultivos na Amazônia. Em Alvarez, V.H., Fontes, L.E.F. & Fontes, M.P.F. (Eds.), *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado* (pp.71-93). Viçosa: SBC, Universidade Federal de Viçosa.
- Whitmore, T.C. (1990). *An introduction to tropical rain forests*. Oxford: Claredon Press.