

MARIA JOANA DA SILVA SPECHT

**USO DE LENHA COMO COMBUSTÍVEL DOMÉSTICO: PADRÕES, IMPACTOS E
PERSPECTIVAS FUTURAS PARA CONSERVAÇÃO DA FLORESTA ATLÂNTICA
AO NORTE DO RIO SÃO FRANCISCO**

RECIFE, 2012

MARIA JOANA DA SILVA SPECHT

**USO DE LENHA COMO COMBUSTÍVEL DOMÉSTICO: PADRÕES, IMPACTOS E
PERSPECTIVAS FUTURAS PARA CONSERVAÇÃO DA FLORESTA ATLÂNTICA
AO NORTE DO RIO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós
Graduação em Biologia Vegetal da
Univesridade Federal de Pernambuco como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Biologia Vegetal na área de
concentração Ecologia Vegetal.

**Orientador: Dr. Felipe Pimentel Lopes de
Melo**

Co-orientador: Dr. Marcelo Tabarelli

RECIFE, 2012

Catálogo na Fonte:
Bibliotecário Bruno Márcio Gouveia, CRB-4/1788

S741u Specht, Maria Joana da Silva

Uso de lenha como combustível doméstico: padrões, impactos e perspectivas futuras para conservação da floresta atlântica ao norte do Rio São Francisco/ Maria Joana da Silva Specht. – Recife: O Autor, 2013.

68 f. : il.

Orientadora: Felipe Pimentel Lopes de Melo

Coorientador: Marcelo Tabarelli

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. Pós-graduação em Biologia Vegetal, 2013.

Inclui bibliografia

1. Madeira como combustível 2. Florestas - Conservação I. Melo, Felipe Pimentel Lopes de (orientador) II. Tabarelli, Marcelo (coorientador) III. Título.

333.95397

CDD (22.ed.)

UFPE/CCB-2013-083

MARIA JOANA DA SILVA SPECHT

**USO DE LENHA COMO COMBUSTÍVEL DOMÉSTICO: PADRÕES, IMPACTOS E
PERSPECTIVAS FUTURAS PARA CONSERVAÇÃO DA FLORESTA ATLANTICA
AO NORTE DO RIO SÃO FRANCISCO**

BANCA EXAMINADORA

Dr. Felipe Pimentel Lopes de Melo
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
ORIENTADOR

Dr. Enrico Bernard
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
1º TITULAR

Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
2º TITULAR

Dra. Laise de Holanda Cavalcanti Andrade
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
1º SUPLENTE

Dr. Bráulio Almeida Santos
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
2º SUPLENTE

RECIFE-PE, 2012

Agradecimentos

Às agências de fomento e de apoio: ao Cnpq pela concessão da bolsa de mestrado, ao Programa de pós graduação em Biologia Vegetal, ao Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste - CEPAN, pelo apoio logístico, à Rufford Foundation pela concessão do financiamento do projeto que resultou em parte neste manuscrito;

Aos norteadores do meu trabalho: Dr. Felipe Melo pela consideração, amizade, pelo apoio sempre que precisei e pela ajuda indispensável no meu processo de formação profissional; e Dr. Marcelo Tabarelli pelos sábios conselhos e por permitir a seguir de perto os passos de um grande pesquisador. Sou realmente muito grata a vocês.

A todos os entrevistados que participaram pacientemente da nossa pesquisa, por nos receberem em suas casas de portas abertas. Muito obrigada pela oportunidade de conhecer de perto como vivem e compartilhar esta experiência com minha equipe de trabalho. Obrigada pelos cocos, bananas, laranjas, tapiocas e pelo carinho!

A todas as comunidades e instituições que nos receberam, à Usina Miriri (PB), Usina Cucuá (PE), Usina Serra Grande (AL), Assentamento Dom Helder e Che Guevara (AL), ao Complexo industrial de Suape. Obrigada por permitir que esta pesquisa fosse realizada em seu território e aos departamentos de meio ambiente da Usina Cucuá e Miriri pela disponibilização de uma equipe para nos acompanhar e alojamento, e a equipe da AMANE pelo apoio nas entrevistas e concessão de alojamento.

Mais uma vez ao CEPAN, por todo apoio na minha formação profissional, tornando minha pesquisa mais motivadora e possível de se tornar uma experiência real e aplicada. Obrigada a cada integrante do CEPAN, por todo apoio, em especial Severino Rodrigo e Cris.

A todos integrantes do Laboratório de Ecologia Vegetal, pelo infinito apoio em campo, no laboratório, pela paciência e por partilhar experiências e conhecimentos tão valiosos para minha vida. Obrigada por tornarem meus dias mais agradáveis e minha vida acadêmica mais dinâmica e feliz. Em especial aos parceiros e amigos: Paulo Portes (por nossa antiga amizade), Edgar Silva (pela sabedoria e cumplicidade), Wanessa Almeida (pela alegria, conhecimentos partilhados e pelo auxílio na identificação das plântulas), Marcos Gabriel (pelos conselhos, camaradagem, ajudas em campo), Severino Rodrigo (por toda força e valiosas contribuições), Danielle Gomes e Dione Ventura (por todo carinho das duas e suas risadas contagiantes), Antonio Aguiar (pela amizade e pelo esclarecimento de minhas muitas dúvidas) e Analice Araújo (pelo carinho e pela amizade). Um agradecimento infinitamente especial à Ivson Filho e Diana Nobre, meus queridos, que tiveram paciência, cresceram, amadureceram, que me acompanharam em campo e que puseram um punhado de um ingrediente especial na receita: amor. Sou infinitamente grata a todos vocês!

À banca que sem dúvida irá fazer contribuições indispensáveis para a melhoria deste manuscrito, em especial ao Prof. Enrico Bernard pelas colaborações no meu processo de amadurecimento acadêmico e suas interessantes e didáticas conversas.

Aos Professores e estudantes da UNAM, campus Morelia, que me acolheram muito bem durante minha passagem pela instituição, pela atenção e contribuição neste trabalho, em especial a Enrique Riegelhaupt, Omar Masera, Victor Berueta, e um agradecimento ainda mais especial ao professor Víctor Arroyo-Rodríguez e sua esposa Yashua pela excelente receptividade, carinho e atenção (los extraño!).

À todos os funcionários da secretaria do PPGBV pela solícita atenção, em especial a Adriano, ao irreverente e alegre Hidelbrando, e a Maria que enquanto limpa as salas nos dá conselhos com carinho. Muito obrigada.

Às meninas do LIPA e a Profa Inara Leal, pela amizade e apoio quando necessário, às meninas do LEBA e a Profa Laise Andrade, pelo apoio e pelas ‘etnoconversas’ em especial para Laís Costa, minha grande amiga e irmã com quem partilhei dois anos de crescimento, moradia, aprofundamento e uma amizade verdadeira.

À minha família linda e especial que sempre me deu suporte emocional para seguir em frente com meus objetivos, pelo amor incondicional e por entender minhas ausências. E a Francisco Buevas, (mi compañero) que vem dando suporte e amor nesta fase final da dissertação. Vocês me completam e sem o amor de vocês eu não chegaria onde estou.

Aos meus grandes amigos que cativei durante estes anos da minha jornada, os levo no coração e obrigada pela torcida e o carinho. E aos amigos recentes brasileiros, colombianos e mexicanos que tem deixado minha vida mais alegre.

A todos que participaram de alguma forma deste trabalho lhes deixo meu profundo agradecimento.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	1
REVISÃO DA LITERATURA	3
USO DOS RECURSOS FLORESTAIS POR POPULAÇÕES HUMANAS	3
PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS E A ‘SECUNDARIZAÇÃO’ DA FLORESTA.....	5
CORTE SELETIVO E A DINÂMICA FLORESTAL DE CLAREIRAS	6
3. LITERATURA CITADA	8
4. CAPÍTULO I – EFEITOS DO CORTE SELETIVO DE ÁRVORES NA ASSEMBLÉIA DE PLÂNTULAS REGENERANTES E ESTRUTURA DO HABITAT EM UMA PORÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO BRASIL.....	12
RESUMO	14
INTRODUÇÃO	15
ÁREA DE ESTUDO.....	17
MÉTODOS	18
<i>Amostragem de plântulas e jovens.....</i>	18
<i>Assembleia de plântulas e estrutura da floresta.....</i>	18
<i>Análise de dados.....</i>	20
RESULTADOS.....	20
DISCUSSÃO	21
AGRADECIMENTOS	25
LITERATURA CITADA.....	25
LEGENDAS DAS FIGURAS	31
TABELAS	32
5. CAPÍTULO II - DETERMINANTES SOCIOECONÔMICOS E SUSTENTABILIDADE DO USO DE LENHA PELA POPULAÇÃO RURAL DO CORREDOR DE BIODIVERSIDADE NORDESTE.....	33
RESUMO	35
INTRODUÇÃO.....	36
MÉTODOS.....	38
<i>Área de estudo</i>	38
<i>Coleta de dados</i>	39
<i>Análise de dados.....</i>	41
RESULTADOS	41
DISCUSSÃO	44
AGRADECIMENTOS	48
LITERATURA CITADA.....	48
LISTA DAS FIGURAS	58
TABELAS	62
7. CONCLUSÕES GERAIS.....	65
6. ANEXOS	66

Apresentação

A madeira foi primeiro combustível utilizado pelos seres humanos para realizar a cocção de alimentos e até os dias atuais a lenha é responsável por suprir a demanda energética de aproximadamente 2,4 milhões de pessoas de vários países do mundo. No Brasil, a lenha representa a segunda matriz energética do setor residencial e seu uso como combustível doméstico é uma realidade bastante presente em áreas rurais, principalmente nas regiões norte e nordeste.

O uso da lenha como combustível doméstico está normalmente associado a três principais aspectos negativos. O primeiro relaciona-se aos danos devido à extração de madeira nas florestas, quando a lenha é proveniente de vegetação nativa, proporcionando a abertura de trilhas e clareiras artificiais e remoção de biomassa florestal. O segundo está relacionado aos danos na saúde dos usuários diretos deste combustível, uma vez que o uso da lenha ocorre normalmente em fogões tradicionais pouco eficientes e que lançam muita fumaça no interior das residências. Por fim, o uso de madeira como combustível doméstico é responsável por uma parte significativa das emissões de gases que proporcionam o efeito estufa.

Devido ao intenso processo de degradação histórico da Floresta Atlântica, os poucos remanescentes florestais estão susceptíveis a impactos de extração de madeira por comunidades rurais do entorno. Diversos fatores influenciam a quantidade e a necessidade de utilização deste recurso, assim como o padrão de seleção de espécies a serem consumidas. Entretanto os impactos destes usos são pouco estudados e de difícil identificação, uma vez que esta perturbação ocorre em pequena escala e de forma difusa, não sendo detectada por imagens de satélite. A ocasião da extração seletiva de madeira, por exemplo, pode ser utilizada para retirada de outros bens florestais como a caça ou pode tornar a floresta mais susceptível a incêndios.

Esta dissertação está dividida em dois capítulos para melhor compreensão dos assuntos nela abordados. No primeiro capítulo é descrito o impacto na estrutura da floresta e nos parâmetros ecológicos da assembleia de plântulas, pelo corte seletivo de árvores por comunidades que vivem próximo a fragmentos de Floresta Atlântica. No segundo, são descritos os padrões de uso e determinantes do consumo de lenha, incluindo a quantidade de lenha consumida, as espécies utilizadas, e o padrão de seleção destas, por comunidades rurais. Neste capítulo será apresentada ao leitor uma projeção da quantidade de famílias com potencial de consumo deste combustível que habitam os municípios que abrangem a Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco, sendo expresso este dado em forma de mapa

temático com a sustentabilidade da retirada de biomassa nos municípios que ainda possuem remanescentes florestais.

Desta forma, pretende-se ao final deste trabalho, apresentar uma análise detalhada dos padrões do consumo de lenha por populações rurais, assim como quantificar a lenha consumida além de avaliar os reais impactos do corte seletivo sobre os processos de regeneração e retirada de biomassa florestal, a fim de gerar um documento de alerta da problemática do uso de lenha na região que auxilie no direcionamento de ações conservacionistas para a Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco.

Revisão da literatura

2.1 Uso dos recursos florestais por populações humanas

A madeira foi o primeiro recurso natural utilizado como combustível na história da humanidade para cocção dos alimentos e hoje em dia, em todo o mundo, estima-se que mais de 2 milhões de pessoas ainda necessitem de lenha para uso como combustível doméstico (FAO, 2002). Em áreas rurais próximas a florestas, é frequente a presença de famílias de baixa renda que possuem elevada dependência de serviços e bens ambientais que fazem o uso direto dos recursos florestais (e.g. lenha, animais de caça, produtos não madeireiros) (Medeiros et al., 2011; Parry et al., 2009a; Parry et al., 2009b; Peres et al., 2006). Dentre os recursos florestais de origem vegetal, os recursos madeireiros são os que possuem maior potencial de causar danos à estrutura da floresta e a suas populações vegetais. De acordo com (Medeiros et al., 2011), para a uma porção de floresta atlântica no nordeste do Brasil, o uso de madeira como combustível é o uso doméstico que requer a maior quantidade de madeira retirada da floresta anualmente devido a sua alta taxa de reposição do estoque doméstico.

Para populações rurais, alguns fatores foram descritos como influenciadores diretos do comportamento de obtenção de madeiras para utilização como combustível doméstico, como por exemplo, a acessibilidade ao recurso, renda e tamanho da família (Albuquerque et al., 2008; de Medeiros et al., 2011; Tabuti et al., 2003; Top et al., 2004). Grande discussão a nível mundial vem sendo difundida atualmente sobre o tema pobreza e conservação das florestas tropicais, uma vez que estudos têm demonstrado que questões socioeconômicas e infraestruturais, na maior parte das vezes determinam o uso dos recursos florestais (FAO, 2003; Godoy et al., 1995; TEEB, 2010). A exemplo disso, muitas florestas secundárias da Amazônia brasileira estão sendo impactadas pela defaunação oriunda de caça de animais silvestres por populações rurais de baixa renda, vivendo relativamente isoladas de centros urbanos, para adquirem a proteína animal da sua dieta alimentar (Parry et al., 2009a; 2010). A dependência dos recursos pode gerar um sistema de retroalimentação positiva com relação à renda e ao uso dos recursos, uma vez que a medida há escassez de recurso há por consequência mais pobreza (Duraiappah, 1998).

De acordo com a literatura, existe uma frequente relação espacial entre a distribuição de populações humanas e a extração de recursos naturais (Murali et al., 1996; Parry et al., 2010). Com a chegada de um empreendimento, (i.e hidrelétricas, corte comercial de madeira ou mesmo a expansão da fronteira agrícola) em um grande bloco florestal, este se torna fragmentado, havendo também um aumento no número de estradas e rodovias de acesso as

florestas, assim, as florestas que antes eram inacessíveis, tornam-se mais susceptíveis a incursões pela população que por consequência, passa a viver mais próximo a esta (Ahrends et al., 2010; Rodrigues et al., 2009; Tabarelli et al., 2004). Ainda sobre esse tema, (Rodrigues et al., 2009), investigaram que existe uma relação entre os padrões de crescimento populacional e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) com as taxas de desmatamento em 286 municípios na Amazônia brasileira, onde há o padrão que os autores descrevem como “*boom-and-bust*”, ou seja, quando se inicia o processo desmatamento pelo uso dos recursos florestais, há um aumento na população e no IDH do município e à medida que a o município atinge índices elevados de desmatamento, observou-se uma redução destes parâmetros sociais. Estas são as primeiras “ondas” de devastação e após as consequências destas perturbações de grande escala, as florestas tornam-se mais acessíveis a perturbações de menores escalas, ou o que (Wright, 2010) denomina de “perturbações modernas” (e.g. caça, corte seletivo de árvores). Este é um tema de grande relevância para conservação da biodiversidade mundial uma vez que grande parte, ou seja, 1/3 das espécies descritas, encontra-se nas florestas tropicais (Ayres and Marigo, 2005) e é nos países tropicais também onde se encontra a população que mais necessita da extração de recursos florestais (Sunderlin et al., 2008).

Na costa do Brasil, possuímos uma porção de floresta que devido ao historio de uso atualmente encontra-se em estágio avançado de degeneração e susceptível as “perturbações modernas”, a Floresta Atlântica (Silva and Casteleti, 2003). A área de abrangência original da floresta Atlântica foi ao longo dos anos sendo substituído por cultivos e aglomerados urbanos (Galindo-Leal and Câmara, 2003). De acordo com o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, 2005-2008, existem mais de 110 milhões de habitantes vivendo no domínio da Mata Atlântica, que representa pouco mais de 60% da população brasileira. Desde o início da colonização do Brasil, esta porção de floresta passou por vários ciclos de degradação, com a expansão de fronteiras agrícolas (e.g. ciclos do pau-brasil, café) e por último, na década de 70, com o programa de incentivo ao consumo de álcool como combustível automotivo. Esta foi a última grande “onda” de devastação e diagnosticado por Lôbo et. al. (2011), que possui grande influencia no processo de homogeneização da flora de árvores d da porção da Floresta Atlântica situada ao norte do Rio São Francisco, tornando-a mais vulnerável a perturbações modernas.

Perturbações antrópicas e a 'secundarização' da floresta

As perturbações de origem antrópica, foram categorizadas em dois grupos distintos para melhor compreensão dos seus efeitos: do tipo aguda ou crônica. Por exemplo, uma perturbação aguda é representada pela total descaracterização de uma área por corte raso da vegetação; as do tipo crônicas, são mais pontuais e em micro-escala, tais como as atividades de extração seletiva de madeira e criação extensiva de animais na floresta (Martorell and Peters, 2005). As ações antrópicas de menores escalas agem como fontes de perturbação crônica com a caça, o corte seletivo de árvores e fogo, que são realizadas diferentemente das de larga escala, por populações que moram no entorno da floresta (Martorell and Peters, 2005). As perturbações crônicas foram descritas como agentes de modificação estrutural de florestas secas, tornando a floresta de regeneração e madura com maiores similaridades (Sagar et al., 2003).

A degradação de florestas é definida por Ahrends et al. (2010) como a redução da capacidade desta floresta em produzir bens e serviços ambientais e conservar a biodiversidade. De acordo com Wright (2010), existem cinco principais 'condutores' de mudanças de origem antropogênica que determinarão o futuro das florestas tropicais: mudança de uso do solo; extração de madeira; caça; mudanças atmosféricas e mudanças climáticas. As perturbações antrópicas agudas, normalmente levam as florestas à perda de habitat e fragmentação, e estes agentes 'condutores' têm sido documentados como modificadores da estrutura florestal e podem atuar de forma sinérgica, havendo a possibilidade de levar espécies de árvores a extinção tanto localmente como regionalmente (Tabarelli et al., 2004; Tabarelli and Peres, 2002) Esses autores também construíram um modelo de ameaças de ação sinérgica com a fragmentação a partir de síntese de literatura especializada. De acordo com (Tabarelli et al., 2004; Tabarelli and Peres, 2002), este modelo é assim descrito: a fragmentação leva a floresta a um aumento das áreas de borda, aumento nas taxas de corte seletivo de madeira e ocorre a redução de vertebrados de grande porte por caça (que são responsáveis dispersão de sementes de árvores de grande porte), em seguida, ocorrem modificações na estrutura da floresta com a invasão por espécies ruderais, o que aumenta a susceptibilidade a queimadas, e assim, aumenta a mortalidade de árvores adultas e diminui o recrutamento de plântulas (Tabarelli et al., 2004)

A Floresta Atlântica passou pelo processo inicial de degradação iniciado desde o período da colonização do Brasil e hoje após o intenso processo de perda de habitat possui atualmente pouco menos de 12% de cobertura florestal original representada majoritariamente por fragmentos de menos de 100 hectares (Ribeiro et al., 2009b). Estes fragmentos sofrem

mais influência dos efeitos de borda. Com a criação de uma borda, ocorrem alterações abióticas em escala local (e.g. aumento da luminosidade, exposição ao vento, redução da umidade), muitas árvores morrem com esta nova condição criada, devido a estresse fisiológico, e conseqüentemente ocorrem alterações nos padrões de recrutamento de plântulas pela criação de nicho para espécies intolerantes à sombra (Laurance, 1991; Laurance and Bierregaard, 1997). Desta forma, os efeitos de borda podem atuar modificando a trajetória sucessional de florestas tropicais (Tabarelli et al., 2008), pois fazem com que os fragmentos florestais apresentem a flora cada vez mais similar a florestas secundárias, ou seja, em estádios iniciais e intermediários de sucessão ecológica (Santos et al., 2008).

Em florestas úmidas, pequenas perturbações naturais, que ocorrem no interior da floresta madura, como a queda de uma árvore proporciona oportunidade para que outras espécies cresçam e gerando assim, um aumento na riqueza de espécies (Sapkota et al., 2009; Tabarelli and Mantovani, 1998). Entretanto, em florestas úmidas ‘secundarizadas’ e hiperfragmentadas, como o caso da Mata Atlântica do nordeste do Brasil, é provável que pequenas perturbações crônicas como o corte seletivo de madeira ou pequenos sistemas de agricultura dentro da floresta, atuem proporcionando nicho para colonização populações de espécies pioneiras (Tabarelli et al., 2010). Desta forma, as grandes perturbações florestais como a fragmentação e perda de habitat nunca atuam como única fonte de perturbação e estão associadas a ameaças em menor escala “induzidas pelo homem” e provavelmente atuam de forma sinérgica (Tabarelli et al., 2004).

Corte seletivo e a dinâmica florestal de clareiras

Dentre os recursos florestais explorados sem manejo adequado, que possuem maiores potenciais de causar impactos na floresta, estão a caça e extração de madeira. A sobrecaça tem grande repercussão no funcionamento dos ecossistemas uma vez que os animais têm grande importância na dispersão de sementes que culminará na modificação da flora adulta futura (Parry et al., 2009b). No caso dos recursos vegetais, o uso dos recursos vegetais não madeireiros, geralmente é de baixo impacto (Perez-Negron and Casas, 2007), e o uso de madeira, pode ter grande impacto quando ao invés da coleta de galhos, ocorre a extração pelo corte seletivo, pois a árvore permanece viva, e desta forma não há a interrupção no lançamento de seus diásporos (Martini et al., 1998).

Em 1985, (Johns) publicou um importante manuscrito científico onde foram descritos os principais problemas e as implicações do corte seletivo e a conservação de espécies em espécies tropicais. De acordo com Rapera, (1977) apud (Johns, 1985), o corte seletivo pode

ser definido como a remoção de árvores da floresta de modo a preservar um número adequado de outras árvores e assegurar a colheita futura. Este processo ocorre geralmente para fins comerciais, onde as árvores com valores comerciais são selecionadas para a sua retirada pelo corte, desta forma, algumas espécies podem sofrer uma pressão de extração diferenciada (Johns, 1985). Há mais de três décadas, estudos sobre o corte seletivo e seus impactos nas florestas têm sido desenvolvidos por diversos cientistas ao longo do mundo. De forma similar, ao mesmo tempo tem sido desenvolvidos estudos com clareiras naturais e a influência na dinâmica florestal (Lima, 2005) A queda ou remoção por corte seletivo de uma árvore da floresta, promove alterações microclimáticas que se estendem aos estratos mais baixos, devido a retirada de sua copa do dossel ocorre a abertura de uma clareira promovendo um aumento na luminosidade, aumento de temperatura e redução da umidade local (Brokaw, 1985; Johns, 1985). Estas alterações físicas são importantes geradoras de micro habitats para diversas espécies, e desta forma, as clareiras interferem diretamente na dinâmica florestal.

Após a abertura do dossel e formação da clareira dá-se início a fase de colonização pelas espécies ruderais como herbáceas, lianas, seguidas de árvores jovens, na sua maioria, intolerantes à sombra que crescem até que a intensidade luminosa seja reduzida; após este processo, crescem as espécies tolerantes a sombra, e novamente formam o dossel intacto com grandes árvores características de florestas maduras (Brokaw, 1985). Nas florestas tropicais em sucessão de clímax, a perturbação ocasionada pela abertura de uma clareira é importante na regeneração e manutenção da diversidade das comunidades vegetais (Denslow, 1987; Sapkota et al., 2009; Swaine and Whitmore, 1988; Tabarelli and Mantovani, 1998). O processo de abertura e fechamento do dossel oriundo da formação de clareiras em florestas maduras acaba por gerar ao longo da floresta fases de regeneração promovendo uma heterogeneidade estrutural e assim, contribuindo para manutenção da estrutura e diversidade na comunidade (Valverde and Silvertown, 1997).

Em estudo na Amazônia central, (Scabin et al., 2011) avaliaram o efeito do corte seletivo ilegal de árvores sobre a estrutura e densidade de populações de árvores. Neste mesmo estudo os autores puderam descrever o efeito do corte no aumento das populações de algumas espécies de árvores, enquanto outras têm suas populações reduzidas após o corte seletivo. De acordo com (Martini et al., 1998), as espécies de uso madeireiro têm como causa principal de extinção a diminuição da oferta de sementes pelas árvores que são removidas, sendo este um sério problema para conservação de espécies que sofrem pressão de extração. Além das modificações estruturais na vegetação florestal, diversos autores têm pesquisado os impactos da perturbação por corte seletivo na fauna (Andrew Grieser, 1996; Johns, 1985;

Johns, 1986; Wilson and Johns, 1982). Algumas espécies de animais podem ser favorecidas pelo corte enquanto outras possuem suas abundâncias diminuídas, uma vez que estudos tem demonstrado que a estrutura da vegetação tem influencia na disponibilidade de recursos para os consumidores primários. Os animais responsáveis pela dispersão de sementes e a modificação em suas populações podem gerar alterações nos padrões de dispersão de sementes com implicações na flora futura.

O corte não comercial de árvores também ocorre na floresta para suprir as necessidades domésticas de pessoas que vivem no seu entorno. (Abbot and Lowore, 1999; Ghilardi et al., 2007; Scabin et al., 2011; Top et al., 2004). Este tipo de corte existe com diferentes finalidades de suprimento, com ênfase em madeira para combustível, construção de móveis e casas e uso em tradições festivas (Abbot et al., 1997; Almeida et al., 2008; Medeiros et al., 2011; Tabuti et al., 2003; Top et al., 2004). O corte seletivo está diretamente relacionado com outras perturbações pois facilita o acesso à floresta (Scabin et al., 2011). A entrada de pessoas na floresta para aquisição de bens florestais tem grande potencial de causar modificações na estrutura da floresta. Uma vez que esta que a entrada está inevitavelmente associada à abertura de trilhas e estas são bem documentadas como agentes de perturbação e promovem alterações na comunidade de plantas do sub-boque da floresta e aumenta a suscetibilidade da floresta a incêndios (Holdsworth and Uhl, 1997). A ocasião de extração pode ser também aproveitada para realização de caça de animais, que pode alterar a abundância, riqueza e até o comportamento de várias espécies silvestres (Laurance et al., 2001; Tabarelli et al., 2004).

Como não existem estudos sobre a temática do corte seletivo pelas comunidades adjacentes a fragmentos e como os seus impactos secundários podem atuar sinergicamente modificando a estrutura da floresta, há um nicho aberto para realização de estudos desta temática principalmente em florestas tropicais que abrigam a maior parte da biodiversidade mundial, assim como as maiores ameaças (Ribeiro et al., 2009b).

Literatura citada

- Abbot P, Lowore J, Khofi C, Werren M. Defining firewood quality: A comparison of quantitative and rapid appraisal techniques to evaluate firewood species from a southern African Savanna. *Biomass Bioenerg* (1997) 12:429-437.
- Abbot PG, Lowore JD. Characteristics and management potential of some indigenous firewood species in Malawi. *Forest Ecol Manag* (1999) 119:111-121.
- Ahrends A, et al. Predictable waves of sequential forest degradation and biodiversity loss spreading from an African city. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (2010).

- Albuquerque UP, et al. The Role of Ethnobotany and Environmental Perception in the Conservation of Atlantic Forest Fragments in Northeastern Brazil. *Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability* (2008):8.
- Almeida ALS, Medeiros PM, Silva TC, Ramos MA, S. SS, Albuquerque UP. Does the June Tradition Impact the Use of Woody Resources from an Area of Atlantic Forest in Northeastern Brazil? . *Functional Ecosystems and Communities* (2008):13.
- Andrew Grieser J. Bird population persistence in Sabahan logging concessions. *Biol Conserv* (1996) 75:3-10.
- Ayres JM, Marigo LC. Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil. (2005): Sociedade Civil Mamirauá.
- Brokaw NVL. Gap-Phase Regeneration in a Tropical Forest. *Ecology* (1985) 66:682-687.
- de Medeiros PM, da Silva TC, de Almeida ALS, de Albuquerque UP. Socio-economic predictors of domestic wood use in an Atlantic forest area (north-east Brazil): a tool for directing conservation efforts. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* (2011):1-7.
- Denslow JS. Tropical Rainforest Gaps and Tree Species Diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* (1987) 18:431-451.
- Duraiappah AK. Poverty and environmental degradation: A review and analysis of the nexus. *World Development* (1998) 26:2169-2179.
- FAO. *Dendroenergía* (2002) Roma: FAO, Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación.
- FAO. *Guía para encuestas de demanda, oferta y abastecimiento de combustible de madera.* . (2003) Roma: FAO, Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación.
- Galindo-Leal C, Câmara IG. *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook.* (2003): Island Press.
- Ghilardi A, Guerrero G, Masera O. Spatial analysis of residential fuelwood supply and demand patterns in Mexico using the WISDOM approach. *Biomass and Bioenergy* (2007) 31:16.
- Godoy R, Brokaw N, Wilkie D. The effect of income on the extraction of non-timber tropical forest products: Model, hypotheses, and preliminary findings from the Sumu Indians of Nicaragua. *Hum Ecol* (1995) 23:29-52.
- Holdsworth AR, Uhl C. Fire in Amazonian Selectively Logged Rain Forest and the Potential for Fire Reduction. *Ecol Appl* (1997) 7:713-725.
- Johns AD. Selective logging and wildlife conservation in tropical rain-forest: Problems and recommendations. *Biol Conserv* (1985) 31:355-375.
- Johns AD. Effects of selective logging on the ecological organization of a peninsular Malaysian rainforest avifauna. *Forktail* (1986) 1:65-79.
- Laurance WF. Edge effects in tropical forest fragments: Application of a model for the design of nature reserves. *Biol Conserv* (1991) 57:205-219.
- Laurance WF, Bierregaard RO. *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities.* (1997): University of Chicago Press.
- Laurance WF, et al. The Future of the Brazilian Amazon. *Science* (2001) 291:438-439.
- Lima RAFd. Estrutura e regeneração de clareiras em florestas pluviais tropicais. *Revista Brasileira de Botânica* (2005) 28:651-670.
- Martini A, Rosa NA, Uhl C. Espécies de árvores potencialmente ameaçadas pela atividade madeireira na Amazônia. (1998): IMAZON, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia.
- Martorell C, Peters EM. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biol Conserv* (2005) 124:199-207.
- Medeiros Pd, Almeida A, Silva T, Albuquerque U. Pressure Indicators of Wood Resource Use in an Atlantic Forest Area, Northeastern Brazil. *Environ Manage* (2011) 47:410-424.
- Murali K, Shankar U, Shaanker R, Ganeshiah K, Bawa K. Extraction of non-timber forest products in the forests of Biligiri Rangan Hills, India. 2. Impact of NTFP extraction on regeneration, population structure, and species composition. *Econ Bot* (1996) 50:252-269.
- Parry L, Barlow J, Peres CA. Allocation of hunting effort by Amazonian smallholders: Implications for conserving wildlife in mixed-use landscapes. *Biol Conserv* (2009a) 142:1777-1786.

- Parry L, Barlow J, Peres CA. Hunting for Sustainability in Tropical Secondary Forests. *Conserv Biol* (2009b) 23:1270-1280.
- Parry L, Peres CA, Day B, Amaral S. Rural-urban migration brings conservation threats and opportunities to Amazonian watersheds. *Conserv Lett* (2010) 3:251-259.
- Perez-Negron E, Casas A. Use, extraction rates and spatial availability of plant resources in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico: The case of Santiago Quiotepec, Oaxaca. *J Arid Environ* (2007) 70:356-379.
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv* (2009) 142:1141-1153.
- Rodrigues ASL, Ewers RM, Parry L, Souza C, Verissimo A, Balmford A. Boom-and-Bust Development Patterns Across the Amazon Deforestation Frontier. *Science* (2009) 324:1435-1437.
- Sagar R, Raghubanshi AS, Singh JS. Tree species composition, dispersion and diversity along a disturbance gradient in a dry tropical forest region of India. *Forest Ecol Manag* (2003) 186:61-71.
- Santos BA, Peres CA, Oliveira MA, Grillo A, Alves-Costa CP, Tabarelli M. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. *Biol Conserv* (2008) 141:249-260.
- Sapkota IP, Tigabu M, Odén PC. Species diversity and regeneration of old-growth seasonally dry *Shorea robusta* forests following gap formation. *Journal of Forestry Research* (2009) 20:7-14.
- SCABIN AB, COSTA FRC, SCHÖNGART J. The spatial distribution of illegal logging in the Anavilhanas archipelago (Central Amazonia) and logging impacts on species. *Environ Conserv* (2011) FirstView:1-11.
- Silva JMC, Casteleti ChM. Status of the biodiversity of the Atlantic forest of Brazil. In: *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook*. --Galindo-Leal C, Câmara IG, eds. (2003) Washington, D.C.: Center of Applied Biodiversity Science & Island Press. 408.
- Sunderlin WD, Dewi S, Puntodewo A, Muller D, Angelsen A, Epprecht M. Why Forests Are Important for Global Poverty Alleviation: A Spatial Explanation. (2008).
- Swaine MD, Whitmore TC. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Plant Ecol* (1988) 75:81-86.
- Tabarelli M, Aguiar AV, Ribeiro MC, Metzger JP, Peres CA. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. *Biol Conserv* (2010) 143:2328-2340.
- Tabarelli M, Da Silva MJC, Gascon C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. *Biodivers Conserv* (2004) 13:1419-1425.
- Tabarelli M, Lopes AV, Peres CA. Edge-effects Drive Tropical Forest Fragments Towards an Early-Successional System. *Biotropica* (2008) 40:657-661.
- Tabarelli M, Mantovani W. Treefall gap colonization in the Brazilian atlantic montane rainforest. *Tropical Ecology* (1998) 39:15-22.
- Tabarelli M, Peres CA. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. *Biol Conserv* (2002) 106:165-176.
- Tabuti JRS, Dhillon SS, Lye KA. Firewood use in Bulamogi County, Uganda: species selection, harvesting and consumption patterns. *Biomass Bioenerg* (2003) 25:581-596.
- TEEB TEoEaB. *A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade: integrando a economia da natureza. Uma síntese da abordagem, conclusões e recomendações do TEEB.* (2010): Teeb/Pnuma.
- Top N, Mizoue N, Kai S, Nakao T. Variation in woodfuel consumption patterns in response to forest availability in Kampong Thom Province, Cambodia. *Biomass Bioenerg* (2004) 27:57-68.
- Valverde T, Silvertown J. CANOPY CLOSURE RATE AND FOREST STRUCTURE. *Ecology* (1997) 78:1555-1562.
- Wilson WL, Johns AD. Diversity and abundance of selected animal species in undisturbed forest, selectively logged forest and plantations in East Kalimantan, Indonesia. *Biol Conserv* (1982) 24:205-218.

Wright SJ. The future of tropical forests. *Annals of the New York Academy of Sciences* (2010) 1195:1-27.

Capítulo 1

Manuscrito a ser enviado ao Journal of Tropical Ecology

Título:

Efeitos do corte seletivo de árvores na assembleia de plântulas regenerantes e estrutura do habitat em uma porção de floresta Atlântica no nordeste do Brasil

Palavras-chave:

Perturbações crônicas; populações rurais; extração de madeira; fragmentação florestal; sucessão ecológica; florestas tropicais.

Autores:

Maria Joana da Silva Specht; Marcos Gabriel Mendes; Wanessa Rejane Almeida; Marcelo Tabarelli; Felipe Pimentel Lopes de Melo

Toda a correspondência deve ser endereçada para:

Dr. Felipe Pimentel Lopes de Melo

Departamento de Botânica

Centro de Ciências Biológicas

Universidade Federal de Pernambuco

Av. Moraes Rego, s/n, Cidade Universitária

Recife-PE. Brasil

50.670-901

e-mail: fplmelo@gmail.com

Fone: 055 81 21268944

Efeitos do corte seletivo de árvores na assembleia de plântulas regenerantes e estrutura do habitat em uma porção de floresta Atlântica no nordeste do Brasil

Resumo

O corte seletivo de madeira é uma perturbação crônica nas florestas tropicais capaz de gerar modificações na estrutura e composição de espécies vegetais. Testamos a hipótese que o corte seletivo modifica significativamente os parâmetros ecológicos da assembleia de plântulas e a estrutura da comunidade de plântulas e jovens de uma floresta perturbada. Para isso, realizamos um desenho amostral pareado caracterizando a regeneração sob uma clareira gerada pela retirada de uma árvore para lenha e o mesmo esforço na mesma área, porém fora da influência da clareira. Para cada parcela de 2 m de raio, coletamos todas as plântulas < 50 cm, analisamos sua abundância, riqueza, hábito e composição taxonômica, além da biomassa e número de jovens cortados ou rebrotados, bem como a porcentagem de abertura do dossel e intensidade luminosa transmitida. Não observamos diferenças na abundância de indivíduos, riqueza e composição de espécies nas parcelas entre os pares. O corte reduz a biomassa e aumenta a quantidade de jovens danificados pelo corte. Há um aumento em média de 2,4% na penetração de luz e de 1,3% de abertura de dossel. Concluimos que os efeitos da extração de lenha nesta região implicam em mudanças estruturais mais evidentes do que na composição da assembleia regenerante.

Introdução

O Brasil é um país megadiverso que abriga aproximadamente 1/3 das florestas tropicais remanescentes do mundo, entretanto perde espécies de forma acelerada com a conversão de florestas para sistemas agropastoris (Ayres et al., 2005; Ribeiro et al., 2009a; Tabarelli et al., 2010). Estas grandes pressões antrópicas são responsáveis pela perda e fragmentação do habitat natural que modificam a paisagem na qual as florestas estão inseridas. Tais modificações na paisagem adicionadas de outros componentes de perturbação como o estabelecimento de assentamentos humanos e abertura de trilhas, acabam por tornar esses remanescentes florestais mais acessíveis aos seres humanos que dependem de seus recursos (Ahrends et al., 2010; Rodrigues et al., 2009) Como consequência, as florestas tornam-se mais susceptíveis a perturbações de menores escalas, porém não menos importantes como a extração de produtos florestais em geral, corte seletivo, caça e queimadas, que têm potencial de causar alterações em longo prazo na sua estrutura e composição taxonômica e funcional (Francois M, 2007; Peres et al., 2006; Santos et al., 2008).

O corte seletivo de madeira é uma realidade presente nas florestas tropicais da Ásia, África e Brasil, sendo realizado geralmente através da seleção de árvores de grande porte que possuem valores comerciais mais elevados (Johns, 1985; Scabin et al., 2011). A intensidade dessa atividade econômica e seu valor de comércio fez com que a ciência avançasse muito nos estudos sobre exploração florestal. A extração seletiva para abastecimento doméstico (combustível e madeira para construção) é uma atividade extremamente difundida nas zonas tropicais do planeta (Albuquerque et al., 2008; Almeida et al., 2008; Medeiros et al., 2011; Parikka, 2004; Ramos et al., 2008a; Tabuti et al., 2003; Top et al., 2004) mas tem merecido pouca atenção da comunidade científica quanto ao seu impacto sobre a biota. Esta atividade de extração pode ocasionar danos estruturais às florestas, como abertura de trilhas, proporcionando a compactação dos solos e alterações microclimáticas decorrentes da abertura

do dossel para a extração de lenha, que podem resultar em alterações perceptíveis na estrutura e composição da comunidade de plântulas (Chapin et al., 2000; Johns, 1985; Pimm and Raven, 2000). As plântulas possuem um papel fundamental na regeneração das florestas tropicais pois formarão a flora futura dessas florestas (Kitajima and Fenner, 2000). Esta fase é bastante crítica devido a altas taxas de mortalidade por fatores externos (i.e. disponibilidade de luz, herbivoria), deste modo, a pressão de seleção pode influenciar o banco de regenerantes e conseqüentemente a diversidade, composição de espécies e a trajetória de sucessão da floresta (Swaine, 1996).

Diante deste cenário, é razoável pensar que a perturbação crônica oriunda do corte seletivo de árvores possa afetar a regeneração da floresta de duas formas diferentes. Pequenas perturbações crônicas como o corte seletivo de madeira, podem proporcionar um nicho para colonização de espécies pioneiras associadas à perturbação (espécies de sucessão inicial). Isso reforçaria o padrão de modificação estrutural e taxonômico já descrito para a flora da Mata Atlântica do Nordeste, que se pensa resultante de efeitos em maior escala (e.g. efeitos de borda, perda de hábitat), alcançando inclusive proporções regionais (Lôbo et al., 2011). Por outro lado, se as populações humanas tendem a concentrar seus esforços de extração sobre aquelas espécies mais abundantes, que já estão proliferando em razão das modificações em grande escala do hábitat, então essa atividade pode até atuar como um mecanismo regulatório dessas populações vegetais proliferantes. Portanto, entender como a extração crônica de lenha afeta a composição e estrutura da floresta e quantificar seus efeitos é de fundamental importância para o melhor manejo desse recurso e para a manutenção da estrutura das florestas fragmentadas já tão perturbadas.

Neste contexto, este manuscrito tem com objetivo avaliar o impacto do corte seletivo de árvores em um remanescente de Floresta Atlântica em termos de modificações na composição de espécies e na estrutura da vegetação de regenerantes. Para alcançar este

objetivo, testamos a hipótese de que o corte seletivo modifica significativamente a estrutura da comunidade de plântulas e indivíduos jovens de uma floresta perturbada (atuando como uma clareira artificial). Especificamente, avaliou as alterações nos atributos ecológicos as de plântulas e jovens tais como: abundância, riqueza, razão entre espécies de hábito não arbóreo/arbóreo e composição taxonômica de espécies em áreas de clareiras artificiais de extração de lenha. Adicionalmente investigou-se a existência de alterações na estrutura (biomassa e número de jovens cortados ou rebrotados) das assembleias de jovens; da abertura do dossel e a intensidade luminosa transmitida. Por fim, também discutimos como o corte seletivo em uma área de fragmentação severa pode levar a mudanças na estrutura da floresta.

Área de estudo

O estudo foi realizado no maior fragmento contínuo de Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco (Mata de Coimbra), que está inserido na Usina Serra Grande, no município de São José da Laje – Alagoas, nordeste do Brasil (8°30'S, 35°50'O; Fig.1). A usina detém em seu território fragmentos de Floresta Atlântica de tamanhos variando de 1 a 3500 hectares (ha) que somam cerca de 8.000 ha e estão inseridos predominantemente em uma matriz de cana-de-açúcar (Tabarelli et al., 2008). A região possui precipitação anual de aproximadamente 2000 mm, com estação chuvosa entre abril e agosto (IBGE, 1985). O fragmento Coimbra está enquadrado na categoria fisionômica de florestas sempre-verdes (Veloso et al., 1991). Ao redor do fragmento existem assentamentos humanos habitados pelos trabalhadores rurais da Usina, que possuem baixa renda e utilizam os recursos da floresta para satisfação de muitas necessidades domésticas.

Métodos

Amostragem de plântulas e jovens

As unidades amostrais foram estabelecidas durante a estação seca (janeiro a março de 2011) em trilhas de extração de lenha no interior da mata de Coimbra. Estas trilhas ativas de extração de lenha foram identificadas com o auxílio de moradores da vila circunvizinha mais próxima ao fragmento que também indicavam onde procurar as árvores recentemente cortadas. Nestas trilhas foram selecionados 25 caules/tocos de árvores recém extraídas (i.e. < 2 meses) de indivíduos adultos, cujos controles consistiam na árvore adulta viva mais próxima (com distância mínima de 10 m), que apresentasse nível taxonômico e diâmetro similar. As áreas onde cada tratamento e seu respectivo controle foram estabelecidos foram padronizadas quanto à proximidade de bordas florestais, fontes de água, trilhas internas e clareiras naturais. Esta padronização buscou minimizar o efeito de outros fatores não mensurados nos pares amostrados. Em cada unidade (controle e tratamento) foram delimitadas parcelas circulares de 2 m de raio em torno do toco/árvore, onde foram tomadas medidas da composição de plântulas e estrutura florestal. O raio de 2 metros foi estabelecido por representar visivelmente a área de abrangência mais impactada pelo corte e suprir a quantidade de plântulas necessárias para a amostragem.

Assembleia de plântulas e estrutura da floresta

Para avaliar como o corte seletivo influencia o processo de recrutamento de plântulas, foram coletadas todas as plântulas (indivíduos < 50 cm de altura) em cada parcela de raio de 2 metros (tratamento e controle). As plântulas coletadas foram prensadas, secas, morfotipadas e quando possível, classificadas quanto lenhosas, quando árvores e arbustos, e não lenhosas, quando herbáceas e lianas. Aproximadamente 15% das espécies não puderam ter seu hábito inferido. Para calcular a abundância, foi contabilizado o número de indivíduos de cada morfoespécie de plântula e a riqueza representa o número de espécies, para cada parcela. Por fim, foi calculada a razão entre os hábitos através da divisão do número de indivíduos de

hábito não arbóreo, pelo número de indivíduos de hábito arbóreo. O material testemunho encontra-se depositado no Laboratório de Ecologia Vegetal – UFPE.

Para avaliar o impacto da extração de lenha sobre os indivíduos arbóreos jovens, foram tomadas medidas da altura e o DAP (diâmetro à altura do peito) dos indivíduos com $DAP < 10$ cm em cada parcela (Oliveira et al., 2004). Também foi contabilizado o número indivíduos jovens de plantas lenhosas (exceto lianas) danificados (visivelmente cortados, quebrados e que visivelmente rebrotavam) em cada parcela. Para calcular a biomassa dos jovens, aplicamos para cada indivíduo a fórmula do volume do cilindro: $Biomassa = (DAP/2)^2 * altura * \pi$, e em seguida, somamos todos os valores de biomassa de cada indivíduo da parcela, para obter a biomassa total em metros cúbicos.

Para avaliar as alterações na estrutura florestal ocasionadas pela remoção da árvore, calculamos a porcentagem de abertura do dossel e a quantidade de luz transmitida pelo dossel (i.e. luz transmitida direta e difusa). Essas medições foram feitas através de fotografias hemisféricas tomadas a 1 m de altura em cada parcela; com uma máquina digital com uma lente semi esférica do tipo olho de peixe “*Fish Eye*”; com exposição de 90° a partir do zênite; em horário de crepúsculo e durante a estação chuvosa de 2011 (junho), evitando assim erros decorrentes da exposição direta ao sol. A obtenção dos dados da abertura do dossel e da quantidade de luz transmitida a partir das imagens foi realizada com o auxílio do software Gap Light Analyzer 2.0. Para este procedimento, foram utilizados apenas 17 pares devido ao pares restantes possuírem alguma modificação (como queda de uma árvore ao lado) que não estavam presentes quando foi realizada a coleta de plântulas.

Análise dos dados

Utilizamos teste t pareado para testar se a riqueza de espécies e a abundância de indivíduos diferem entre os dois tratamentos. Para avaliar as alterações na composição de

espécies, através da análise de similaridade de riqueza e abundância entre os tratamentos, realizamos um teste ANOSIM (Analysis of Similarity) com 999 permutações no programa Primer v6, seguido de uma ordenação pelo método NMDS (nonmetric multidimensional scaling). Por fim, utilizamos novamente um teste t pareado para testar diferenças entre os pares amostrados quanto à razão entre espécies de hábito não arbóreo/arbóreo; biomassa e número de jovens cortados ou rebrotados; e, porcentagem de abertura do dossel e qualidade de luz. As análises foram realizadas após o teste de normalidade dos dados com o teste de Shapiro-Wilk.

Resultados

Foi registrado um total de 6041 indivíduos e 202 morfoespécies de plântulas nas parcelas amostradas. Não observamos diferenças na abundância de indivíduos e riqueza de espécies nas parcelas do tratamento extração ($N=25$; $t=-2,8$; $p=0,5$) e ($N=25$; $t=-1,6$; $p=0,1$), (Tabela 2). Nas áreas de extração era comum a presença de espécies herbáceas monocotiledôneas como gramíneas e maranthaceas, por exemplo. Confirmando a observação, encontrou-se uma predominância de espécies de hábito não arbóreo nas áreas de extração ($N=25$; $t=-2,4$; $p=0,001$). Ou seja, embora a riqueza total de espécies não tenha apresentado diferenças significativas entre os tratamentos, nas clareiras se perdem mais arbóreas e concomitantemente se ganha espécies de hábito não arbóreo. Também não foi encontrada alteração significativa na composição de espécies quando comparamos os pares. O teste de ANOSIM demonstrou que não é significativa a diferença na composição florística entre os pares do experimento e através da representação gráfica do NMDS não mostraram padrões claros de segregação de espécies, observando-se grande sobreposição de registros entre os pares (Fig 2).

O corte das árvores acontece em geral muito próximo as trilhas devido a facilidade de recolher a madeira e não é realizado em áreas muito distantes das bordas das florestas. Com respeito à estrutura, as modificações foram mais claras quando comparamos os locais onde foram realizadas as extrações e com o tratamento controle. Todas as variáveis utilizadas para avaliar os danos físicos do corte na estrutura da vegetação (i.e. biomassa de jovens, número de jovens danificados ou rebrotos, luz incidente e abertura de dossel) foram significativamente diferentes entre os tratamentos. Nas parcelas do tratamento, observou-se uma menor biomassa de árvores jovens ($N=22$; $t=3,77$; $p=0,001$) e um maior número de indivíduos danificados ($N=22$; $t=-4,54$; $p=0,001$) em relação ao controle (Tabela 1).

Foi encontrada uma diferença significativa na porcentagem de abertura do dossel entre as áreas de extração e o controle ($N=17$; $t=-3,0$; $p=0,01$) resultando em um dossel 1,3% mais exposto em parcelas sob efeito da extração. Também foram encontradas diferenças da luz transmitida difusa ($N=17$; $t=2,4$; $p=0,02$) e total ($N=17$; $t=-3,0$ $p=0,001$) entre as áreas afetadas pelo corte e controle, entretanto a porcentagem de luz transferida direta não diferiu entre os pares ($N=17$; $t=-1,8$; $p=0,08$) (Tabela 2).

Discussão

Nossos resultados indicam que a intensidade atual do corte seletivo de árvores nesta paisagem e seus consequentes efeitos na estrutura do habitat não são suficientes para provocar alterações na composição, riqueza e abundância das espécies regenerantes sob as áreas impactadas. Por outro lado, pode-se perceber um efeito bastante evidente do processo de extração de lenha na estrutura física do habitat com implicações microclimáticas (penetração de luz). A estrutura do habitat é afetada nos diversos estratos em dois momentos. Primeiro, por meio da predominância de plântulas não lenhosas, da perda de biomassa de plantas jovens e do aumento na proporção de jovens danificados. E segundo, por meio da perda de biomassa e cobertura vegetal dos estratos mais altos nas parcelas da extração. Sendo assim,

argumentamos que os efeitos da extração de lenha nesta região não implicam em alterações na composição da assembleia regenerante, porém, implicam em alterações não menos importantes, na estrutura dos habitats.

Com a queda natural de uma árvore, um distúrbio é formado promovendo a abertura de clareiras no dossel das florestas que, por sua vez, promove o aumento na luminosidade, proporcionando a germinação de sementes de espécies heliófilas e o recrutamento de plântulas; o distúrbio promove ou aumento da diversidade de espécies, sendo este processo documentado como um importante mecanismo estruturador de comunidades vegetais (Brokaw, 1985; Valverde and Silvertown, 1997). Ou seja, nas clareiras naturais, são observadas alterações físicas na abertura do dossel e aumento significativo na incidência luminosa, que por sua vez influenciam a vegetação local. Desta forma a título comparativo, com base na ausência de alterações na composição de espécies, nossos resultados sugerem que o corte seletivo de árvores neste cenário da Floresta Atlântica não atua analogamente como as clareiras naturais. As alterações físicas nas áreas de corte analisadas neste estudo embora tenham sido estatisticamente significantes, biologicamente não se mostram suficientes para gerar alterações na comunidade de plântulas diante dos resultados obtidos com as análises de material biológico.

No nosso estudo verificou-se um aumento de 2,4 % na luz total (direta e difusa) transmitida para os estratos mais baixos da floresta e a abertura em média superior a 1,3% do dossel das áreas de extração. Este pequeno aumento, pode dar indícios que diversos fatores de perturbação podem estar influenciando a floresta como um todo, assim, as clareiras não representam um aumento substancial no incremento de espécies heliófilas, que provavelmente estão dispersas por toda floresta. De acordo com Tabarelli (2004; 2002), o incremento de espécies de ervas e lianas em florestas fragmentadas é descrito como um processo ecológico de ação sinérgica com outros fatores como caça e corte seletivo, que atua na modificação

estrutural de florestas, com consequências que pode culminar na extinção de árvores em escalas locais e regionais.

Em estudo com clareiras artificiais promovidas por colônia de formigas cortadeiras na mesma porção de floresta do nosso estudo, foi encontrado um aumento significativo de 40% na abertura de dossel quando comparado com uma área controle, também foi demonstrado a alteração no microclima e na estrutura da floresta nas clareiras das formigas e existia de forma geral uma maior quantidade de caules mortos, e menor densidade de plantas lenhosas (Meyer et al., 2011). Assim, nosso pequeno aumento nos parâmetros de luz e abertura de dossel, (quando comparado com as clareiras das formigas), pode não modificar substancialmente o microclima local e por este motivo não observamos alterações nos parâmetros ecológicos e na composição da assembleia regenerante.

Observamos também uma redução da biomassa de jovens pelo corte de indivíduos circunvizinhos ao toco da árvore, provavelmente resultante da “limpeza” da área por parte do lenhador para facilitar a retirada da árvore. Esta limpeza pode gerar uma pressão de seleção onde apenas as espécies que possuem capacidade de rebrotar não teriam a estrutura de suas populações modificadas pela ação do corte. Esta redução na biomassa, pode ter influência direta no ecossistema. De acordo com (Miller et al., 2011), a retirada seletiva de madeira pode ocasionar um decréscimo na produção primária bruta, e na produção de folhas, o que possui influência direta nas taxas de sequestro de carbono a nível ecossistêmico.

Os estudos com clareiras naturais estruturando as florestas são realizados em florestas maduras i. g. (Scabin et al., 2011) sendo desconhecidas na literatura as alterações que as clareiras possam promover em florestas com elevadas pressões antrópicas e efeito de borda. As áreas de borda são sítios preferenciais para a extração seletiva de madeira na região devido à facilidade de acesso e retirada da madeira após o corte, e normalmente estão localizados próximos a trilhas (dados não publicados). Na paisagem estudada, já foi bem documentado

que o efeito de borda possui implicações diretas na composição florística e funcional da floresta (Grillo et al., 2006; Oliveira et al., 2004; Santos et al., 2008).

As bordas são regiões da floresta onde há maior penetração de luz, vento e uma redução da umidade e desta forma encontram-se dominadas por espécies pioneiras de sucessão secundária, o efeito de borda é responsável por causar um aumento na mortalidade de árvores (Laurance et al., 2000), alterações na chuva de sementes (de Melo et al., 2006) e nos padrões de recrutamento de plântulas (Benítez-Malvido and Martínez-Ramos, 2003). Assim, as consequências do corte seletivo na floresta são percebidas de forma diferenciada de acordo com a porção da floresta onde este ocorre, não podendo ser tratado da mesma forma devido aos impactos sobre a biota serem distintos.

De acordo com (Martini et al., 1998), as espécies de uso madeireiro têm como causa principal de extinção a diminuição da oferta de sementes pelas árvores que são removidas, sendo este um sério problema para conservação de espécies que sofrem pressão de extração. Devido à Floresta Atlântica possuir um antigo histórico de fragmentação e os fragmentos estarem acessíveis há muito tempo, é possível que as áreas de extração já tenham passado por uma pressão de seleção de espécies, o que tornaria o banco de sementes homogêneo devido a redução da oferta de sementes e assim possuir sua a flora regenerante homogênea. Scabin et. al. (2011), em estudo comparativo com clareiras artificiais na Amazônia, encontraram que algumas espécies têm suas abundâncias incrementadas enquanto que outras reduzidas.

A flora lenhosa desta porção de Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco está sofrendo um processo de homogeneização biótica, diagnosticado após expansão da fronteira agrícola em 1980, onde grupos de espécies nativas generalistas estão sendo favorecidas em detrimento das espécies raras (Lôbo et al., 2011). Além da expansão da fronteira agrícola, muitas áreas florestadas tornaram-se mais expostas ao efeito de borda, e conseqüentemente, devem ter sofrido mais incursões pela população em busca de recursos florestais, o que pode

contribuir para a pressão de seleção de algumas espécies contribuindo com a homogeneização biótica. A exemplo, os fragmentos florestais estão progressivamente mais homogêneos e com espécies caracteristicamente similares a espécies ocorrentes nas bordas florestais (Santos et al., 2008).

Na escala avaliada, não foi possível detectar grandes impactos do corte seletivo de árvores sobre a composição de espécies regenerantes provavelmente pela ação de efeitos em maior escala, como os efeitos de borda e da configuração da paisagem que tem maior influencia na homogeneização das espécies. Também não foram avaliados os impactos secundários do corte seletivo, como aberturas de trilhas, pisoteio de plântulas e caça, por exemplo, que de forma semelhante ao corte seletivo, causam microperturbações crônicas que podem provocar modificações de longo prazo e extensas na composição de espécies vegetais de uma floresta. Assim diante deste cenário de degradação desta porção floresta, sugere-se que as modificações físicas ocorridas com a retirada de lenha não puderam ser mensurados de forma separada dos impactos em escala macro, o que pode nos dar indícios de uma ação sinérgica entre estes fatores.

Agradecimentos

Nós agradecemos ao CNPq pela concessão de bolsa à primeira autora e pelo financiamento do projeto a qual este trabalho está vinculado, à Rufford Foundation pela contribuição no financiamento do trabalho, ao CEPAN pelo apoio logístico, as biólogas. Patrícia Lima e Liliane Lima Laboratório de Florística de Ecossistemas Costeiros – UFRPE pela ajuda na morfotipagem das herbáceas.

Literatura citada

Abbot P, Lowore J, Khofi C, Werren M. Defining firewood quality: A comparison of quantitative and rapid appraisal techniques to evaluate firewood species from a southern African Savanna. *Biomass Bioenerg* (1997) 12:429-437.

- Abbot PG, Lowore JD. Characteristics and management potential of some indigenous firewood species in Malawi. *Forest Ecol Manag* (1999) 119:111-121.
- Acelrad H. *Cartografias Sociais e Território*. (2008) Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2008.
- Ahrends A, et al. Predictable waves of sequential forest degradation and biodiversity loss spreading from an African city. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (2010).
- Albuquerque UP, et al. The Role of Ethnobotany and Environmental Perception in the Conservation of Atlantic Forest Fragments in Northeastern Brazil. *Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability* (2008):8.
- Almeida ALS, Medeiros PM, Silva TC, Ramos MA, S. SS, Albuquerque UP. Does the June Tradition Impact the Use of Woody Resources from an Area of Atlantic Forest in Northeastern Brazil? . *Functional Ecosystems and Communities* (2008):13.
- Andrew Grieser J. Bird population persistence in Sabahan logging concessions. *Biol Conserv* (1996) 75:3-10.
- Arnold MJE, Köhlin G, Persson R. Woodfuels, Livelihoods, and Policy Interventions: Changing Perspectives. *World Development* (2006) 34:16
- Ayres JM, et al. *Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil*. . (2005) Belém.
- Ayres JM, Marigo LC. *Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil*. (2005): Sociedade Civil Mamirauá.
- Babulo B, et al. The economic contribution of forest resource use to rural livelihoods in Tigray, Northern Ethiopia. *Forest Policy Econ* (2009) 11:109-117.
- BEN/MME. *Balanco Energético Nacional: Ano base 2010*. (2011) Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética.
- Benítez-Malvido J, Martínez-Ramos M. Impact of Forest Fragmentation on Understory Plant Species Richness in Amazonia
- Impacto de la Fragmentación de la Selva sobre la Riqueza de Especies del Sotobosque en el Amazonas*. *Conserv Biol* (2003) 17:389-400.
- Berrueta VM, Edwards C, Masera OR. Energy performance of wood-burning cookstoves in Michoacan, Mexico. *Renew Energ* (2008) 33:12.
- Bhatt BP, Sachan MS. Firewood consumption along an altitudinal gradient in mountain villages of India. *Biomass Bioenerg* (2004) 27:69-75.
- Bhatt BP, Tomar JMS. Firewood properties of some Indian mountain tree and shrub species. *Biomass Bioenerg* (2002) 23:257-260.
- Brokaw NVL. Gap-Phase Regeneration in a Tropical Forest. *Ecology* (1985) 66:682-687.
- Brouwer R, Falcao MP. Wood fuel consumption in Maputo, Mozambique. *Biomass Bioenerg* (2004) 27:233-245.
- Campbell BM, Vermeulen SJ, Mangono JJ, Mabugu R. The energy transition in action: urban domestic fuel choices in a changing Zimbabwe. *Energ Policy* (2003) 31:553-562.
- Chapin FS, et al. Consequences of changing biodiversity. *Nature* (2000) 405:234-242.
- da Silva JMC, Tabarelli M. The future of the Atlantic forest in northeastern Brazil. *Conserv Biol* (2001) 15:819-820.
- de Medeiros PM, da Silva TC, de Almeida ALS, de Albuquerque UP. Socio-economic predictors of domestic wood use in an Atlantic forest area (north-east Brazil): a tool for directing conservation efforts. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* (2011):1-7.
- de Melo FPL, Dirzo R, Tabarelli M. Biased seed rain in forest edges: Evidence from the Brazilian Atlantic forest. *Biol Conserv* (2006) 132:50-60.
- Denslow JS. Tropical Rainforest Gaps and Tree Species Diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* (1987) 18:431-451.
- Duraiappah AK. Poverty and environmental degradation: A review and analysis of the nexus. *World Development* (1998) 26:2169-2179.
- FAO. *Dendroenergía* (2002) Roma: FAO, Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación.

- FAO. Guía para encuestas de demanda, oferta y abastecimiento de combustible de madera. . (2003) Roma: FAO, Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación.
- FAO. Análisis del Balance de Energía derivada de Biomasa en Argentina WISDOM Argentina. (2009) Roma: FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Fisher M. Household welfare and forest dependence in Southern Malawi. *Environ Dev Econ* (2004) 9:135-154.
- Francois M C, William F. Laurance, Carlos Peres, ,Emerging Threats to Tropical Forests (2006) University of Chicago Press 0226470229 pbk, 520 pp. Price \$40.00/£25.50. *Biol Conserv* (2007) 139:232-233.
- Galindo-Leal C, Câmara IG. The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. (2003): Island Press.
- Gavin MC, Anderson GJ. Socioeconomic predictors of forest use values in the Peruvian Amazon: A potential tool for biodiversity conservation. *Ecol Econ* (2007) 60:752-762.
- Ghilardi A, Guerrero G, Masera O. Spatial analysis of residential fuelwood supply and demand patterns in Mexico using the WISDOM approach. *Biomass and Bioenergy* (2007) 31:16.
- Godoy R, Brokaw N, Wilkie D. The effect of income on the extraction of non-timber tropical forest products: Model, hypotheses, and preliminary findings from the Sumu Indians of Nicaragua. *Hum Ecol* (1995) 23:29-52.
- Grillo AS, A. OM, Tabarelli M, . Árvores. In: Diversidade biológica e conservação da floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco.--PÓRTO C, ALMEIDA-CORTEZ JS, TABARELLI M, eds. (2006) Brasília Editora Universitária-UFPE. 191-216.
- Groeneveld J, et al. The impact of fragmentation and density regulation on forest succession in the Atlantic rain forest. *Ecol Model* (2009) 220:2450-2459.
- Holdsworth AR, Uhl C. Fire in Amazonian Selectively Logged Rain Forest and the Potential for Fire Reduction. *Ecol Appl* (1997) 7:713-725.
- Hoskins JA. Health Effects Due to Indoor Air Pollution Survival and Sustainability--Gökçekus H, Türker U, LaMoreaux JW, eds. (2011): Springer Berlin Heidelberg. 665-676.
- Hu G, Ran P. Indoor air pollution as a lung health hazard: focus on populous countries. *Current Opinion in Pulmonary Medicine* (2009) 15:158-164 110.1097/MCP.1090b1013e3283218304.
- IBGE. Atlas Nacional do Brasil: Região Nordeste. (1985) Rio de Janeiro.: IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE. Censo Demográfico 2000. (2001): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Johns AD. Selective logging and wildlife conservation in tropical rain-forest: Problems and recommendations. *Biol Conserv* (1985) 31:355-375.
- Johns AD. Effects of selective logging on the ecological organization of a peninsular Malaysian rainforest avifauna. *Forktail* (1986) 1:65-79.
- Kamanga P, Vedeld P, Sjaastad E. Forest incomes and rural livelihoods in Chiradzulu District, Malawi. *Ecol Econ* (2009) 68:613-624.
- Kersten I, Baumbach G, Oluwole AF, Obioh IB, Ogunsola OJ. Urban and rural fuelwood situation in the tropical rain-forest area of south-west Nigeria. *Energy* (1998) 23:887-898.
- Kitajima K, Fenner M. Ecology of seedling regeneration. In: Seeds: the ecology of regeneration in plant communities--Fenner M, ed. (2000): CABI Pub. 331 - 359
- Lacuna-Richman C. The socioeconomic significance of subsistence non-wood forest products in Leyte, Philippines. *Environ Conserv* (2002) 29:253-262.
- Laurance WF. Edge effects in tropical forest fragments: Application of a model for the design of nature reserves. *Biol Conserv* (1991) 57:205-219.
- Laurance WF, Bierregaard RO. Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. (1997): University of Chicago Press.
- Laurance WF, et al. The Future of the Brazilian Amazon. *Science* (2001) 291:438-439.
- Laurance WF, Delamonica P, Laurance SG, Vasconcelos HL, Lovejoy TE. Conservation: Rainforest fragmentation kills big trees. *Nature* (2000) 404:836-836.
- Lima RAFd. Estrutura e regeneração de clareiras em florestas pluviais tropicais. *Revista Brasileira de Botânica* (2005) 28:651-670.

- Lôbo D, Leão T, Melo FPL, Santos AMM, Tabarelli M. Forest fragmentation drives Atlantic forest of northeastern Brazil to biotic homogenization. *Divers Distrib* (2011) 17:287-296.
- López-Feldman A, Mora J, Taylor JE. Does natural resource extraction mitigate poverty and inequality? Evidence from rural Mexico and a Lacandona Rainforest Community. *Environ Dev Econ* (2007) 12:251-269.
- Madubansi M, Shackleton CM. Changes in fuelwood use and selection following electrification in the Bushbuckridge lowveld, South Africa. *J Environ Manage* (2007) 83
- 10
- Mahapatra AK, Mitchell CP. Biofuel consumption, deforestation, and farm level tree growing in rural Índia. *Biomass and Bioenergy* (1999) 17:12.
- Martini A, Rosa NA, Uhl C. Espécies de árvores potencialmente ameaçadas pela atividade madeireira na Amazônia. (1998): IMAZON, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia.
- Martorell C, Peters EM. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biol Conserv* (2005) 124:199-207.
- Medeiros Pd, Almeida A, Silva T, Albuquerque U. Pressure Indicators of Wood Resource Use in an Atlantic Forest Area, Northeastern Brazil. *Environ Manage* (2011) 47:410-424.
- Meyer ST, Leal IR, Tabarelli M, Wirth R. Ecosystem engineering by leaf-cutting ants: nests of *Atta cephalotes* drastically alter forest structure and microclimate. *Ecological Entomology* (2011) 36:14-24.
- Miah MD, Al Rashid H, Shin MY. Wood fuel use in the traditional cooking stoves in the rural floodplain areas of Bangladesh: A socio-environmental perspective. *Biomass and Bioenergy* (2009) 33:70-78.
- Miller SD, et al. Reduced impact logging minimally alters tropical rainforest carbon and energy exchange. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (2011) 108:19431-19435.
- Murali K, Shankar U, Shaanker R, Ganeshiah K, Bawa K. Extraction of non-timber forest products in the forests of Biligiri Rangan Hills, India. 2. Impact of NTFP extraction on regeneration, population structure, and species composition. *Econ Bot* (1996) 50:252-269.
- Oliveira-Filho IR. Existe correlação entre a proliferação de espécies arbóreas e seu uso como combustível por populações rurais? In: *Centro de Ciências Biológicas* (2011) Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 20.
- Oliveira MA, Grillo AS, Tabarelli M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. *Oryx* (2004) 38:389-394.
- Osei WY. Woodfuel and deforestation—answers for a sustainable environment. *Journal of Environmental Management* (1993) 37
- 12.
- Parikka M. Global biomass fuel resources. *Biomass Bioenerg* (2004) 27:613-620.
- Parry L, Barlow J, Peres CA. Allocation of hunting effort by Amazonian smallholders: Implications for conserving wildlife in mixed-use landscapes. *Biol Conserv* (2009a) 142:1777-1786.
- Parry L, Barlow J, Peres CA. Hunting for Sustainability in Tropical Secondary Forests. *Conserv Biol* (2009b) 23:1270-1280.
- Parry L, Peres CA, Day B, Amaral S. Rural-urban migration brings conservation threats and opportunities to Amazonian watersheds. *Conserv Lett* (2010) 3:251-259.
- Peres CA, Barlow J, Laurance WF. Detecting anthropogenic disturbance in tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution* (2006) 21:227-229.
- Perez-Negron E, Casas A. Use, extraction rates and spatial availability of plant resources in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico: The case of Santiago Quotepec, Oaxaca. *J Arid Environ* (2007) 70:356-379.
- Pimm SL, Raven P. Biodiversity: Extinction by numbers. *Nature* (2000) 403:843-845.
- Quiroz-Carranza J, Orellana R. Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. *Madera Bosques* (2010) 16:20.
- Ramos MA, de Medeiros PM, de Almeida ALS, Feliciano ALP, de Albuquerque UP. Use and knowledge of fuelwood in an area of Caatinga vegetation in NE Brazil. *Biomass Bioenerg* (2008a) 32:510-517.

- Ramos MA, Medeiros PM, Almeida ALS, Feliciano ALP, Albuquerque UP. Can wood quality justify local preferences for firewood in an area of caatinga (dryland) vegetation? *Biomass Bioenerg* (2008b) 32:503-509.
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni F, Hirota MM. Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv* (2009a) 142:12.
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv* (2009b) 142:1141-1153.
- Rodrigues ASL, Ewers RM, Parry L, Souza C, Verissimo A, Balmford A. Boom-and-Bust Development Patterns Across the Amazon Deforestation Frontier. *Science* (2009) 324:1435-1437.
- Sagar AD, Kartha S. Bioenergy and sustainable development? *Annu Rev Env Resour* (2007) 32:131-167.
- Sagar R, Raghubanshi AS, Singh JS. Tree species composition, dispersion and diversity along a disturbance gradient in a dry tropical forest region of India. *Forest Ecol Manag* (2003) 186:61-71.
- Santos BA, Peres CA, Oliveira MA, Grillo A, Alves-Costa CP, Tabarelli M. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. *Biol Conserv* (2008) 141:249-260.
- Sapkota IP, Tigabu M, Odén PC. Species diversity and regeneration of old-growth seasonally dry *Shorea robusta* forests following gap formation. *Journal of Forestry Research* (2009) 20:7-14.
- Scabin AB, Costa FRC, Schöngart J. The spatial distribution of illegal logging in the Anavilhanas archipelago (Central Amazonia) and logging impacts on species. *Environ Conserv* (2011) FirstView:1-11.
- Silva JMC, Casteleti ChM. Status of the biodiversity of the Atlantic forest of Brazil. In: *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook*. --Galindo-Leal C, Câmara IG, eds. (2003) Washington, D.C.: Center of Applied Biodiversity Science & Island Press. 408.
- Smith KR. Indoor air pollution in developing countries: recommendations for research†. *Indoor Air* (2002) 12:198-207.
- SOSMA, INPE. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica período 2008-2010. (2011) São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- Specht MJS. Padrões de consumo doméstico de lenha em uma região de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil In: *Centro de Ciências Biológicas* (2009) Recife, Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco. 27.
- Sunderlin WD, Dewi S, Puntodewo A, Muller D, Angelsen A, Epprecht M. Why Forests Are Important for Global Poverty Alleviation: A Spatial Explanation. (2008).
- Swaine MD. The ecology of tropical forest tree seedlings / edited by M.D. Swaine. (1996) Paris : Carnforth, [England] ; New York :: UNESCO ; Parthenon Pub. Group.
- Swaine MD, Whitmore TC. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Plant Ecol* (1988) 75:81-86.
- Tabarelli M, Aguiar AV, Ribeiro MC, Metzger JP, Peres CA. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. *Biol Conserv* (2010) 143:2328-2340.
- Tabarelli M, Da Silva MJC, Gascon C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. *Biodivers Conserv* (2004) 13:1419-1425.
- Tabarelli M, Lopes AV, Peres CA. Edge-effects Drive Tropical Forest Fragments Towards an Early-Successional System. *Biotropica* (2008) 40:657-661.
- Tabarelli M, Mantovani W. Treefall gap colonization in the Brazilian atlantic montane rainforest. *Tropical Ecology* (1998) 39:15-22.
- Tabarelli M, Peres CA. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. *Biol Conserv* (2002) 106:165-176.

- Tabuti JRS, Dhillion SS, Lye KA. Firewood use in Bulamogi County, Uganda: species selection, harvesting and consumption patterns. *Biomass Bioenerg* (2003) 25:581-596.
- TEEB TEOEaB. A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade: integrando a economia da natureza. Uma síntese da abordagem, conclusões e recomendações do TEEB. (2010): Teeb/Pnuma.
- Top N, Mizoue N, Kai S. Estimating forest biomass increment based on permanent sample plots in relation to woodfuel consumption: a case study in Kampong Thom Province, Cambodia. *Journal of Forest Research* (2004a) 9:117-123.
- Top N, Mizoue N, Kai S, Nakao T. Variation in woodfuel consumption patterns in response to forest availability in Kampong Thom Province, Cambodia. *Biomass Bioenerg* (2004b) 27:57-68.
- Valverde T, Silvertown J. CANOPY CLOSURE RATE AND FOREST STRUCTURE. *Ecology* (1997) 78:1555-1562.
- Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima JCA. Classificação da vegetação brasileira adaptada em sistema universal. . (1991) Rio de Janeiro: IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Wilson WL, Johns AD. Diversity and abundance of selected animal species in undisturbed forest, selectively logged forest and plantations in East Kalimantan, Indonesia. *Biol Conserv* (1982) 24:205-218.
- Wright SJ. The future of tropical forests. *Annals of the New York Academy of Sciences* (2010) 1195:1-27.

Figuras



Figura 1. Localização da área de estudo, na Usina Serra Grande, onde se encontra o fragmento florestal de Coimbra, nordeste do Brasil.

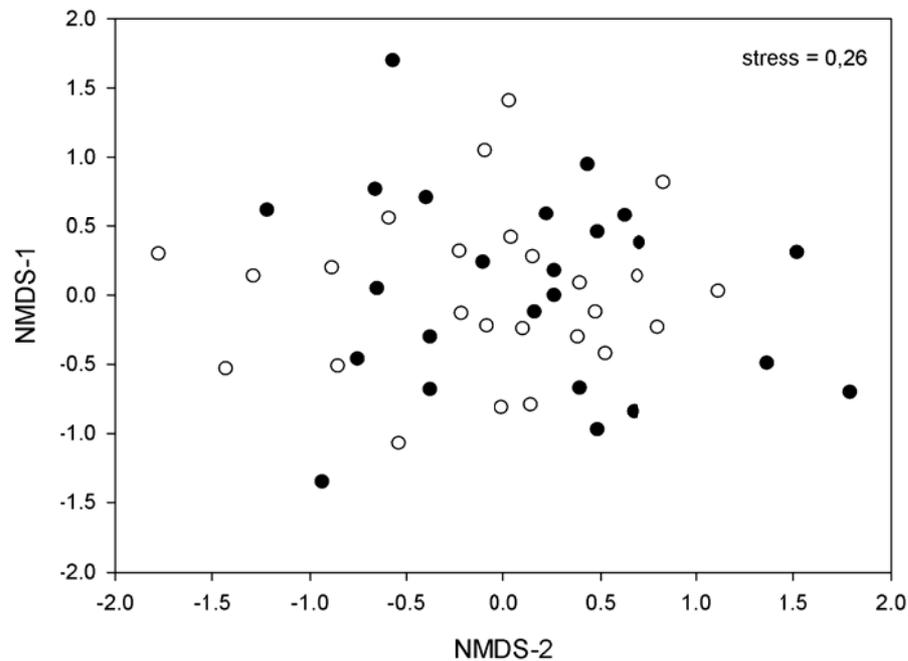


Figura 2. Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). Dados coletados de 25 pares de parcelas (onde os círculos fechados representam as espécies de plântulas lenhosas do tratamento e em círculos abertos, do controle). Local de coleta: Mata de Coimbra, Usina Serra Grande AL.

Tabelas

Tabela 1: Resultados descritivos das variáveis ecológicas das parcelas do experimento de corte seletivo nos tratamentos controle e extração no fragmento Coimbra, Alagoas, Brasil. Onde DP=Desvio padrão; N=número de pares; t= valores do teste t student.

Variáveis	Controle	Tratamento	N	t	p-valor
Razão arbórea/não arbórea (média ± DP)	0,48 ± 0,17	1,27±2,08	25	-2,4	0,001*
Abundância total	2673	3368	25	-	-
Abundância média por parcela ± DP	106,92 ±49	134,72±133	25	-1,09	0,2
Riqueza de espécies total	153	163	25	-	-
Riqueza média por parcela ± DP	26,8 ± 6,4	29,84±8,7	25	-1,6	0,1
Riqueza de espécies arbóreas	64	61	25	-	-
Riqueza de espécies não arbóreas	71	76	25	-	-

* Valores de p significativos ao nível de significância de 0,05.

Tabela 2: Resultados descritivos das variáveis de estrutura da floresta das parcelas do experimento de corte seletivo nos tratamentos controle e extração no fragmento Coimbra, Alagoas, Brasil. Onde DP=Desvio padrão; N=número de pares; t= valores do teste t student.

Variáveis	Controle Média ± DP	Tratamento Média ± DP	N	t	p-valor
Número de jovens danificados	3,5 ± 3,0	8,68 ± 5	22	-4,54	0,001*
Biomassa de Jovens (m ³)	0,07 ± 0,04	0,03 ± 0,02	22	3,77	0,001*
Abertura de dossel (%)	8,9 ± 1,0	10,3 ± 1,7	17	-3,0117	0,001*
Transferência luz direta (%)	1,7 ± 0,4	2,1 ± 0,9	17	-1,8235	0,080
Transferência luz difusa (%)	11,2 ± 1,8	13,3 ±3,8	17	-2,4522	0,020*
Transferência de luz total (%)	10,9 ± 2,0	13,4 ± 2,9	17	-3,0242	0,001*

*Valores de p significativos ao nível de significância de 0,05.

Capítulo 2

*Manuscrito a ser enviado ao International Journal of Sustainable
Development & World Ecology*

**Determinantes socioeconômicos e sustentabilidade do uso de lenha pela população rural
do Corredor de Biodiversidade Nordeste**

Autores:

Maria Joana da Silva Specht¹; Severino Rodrigo Ribeiro Pinto²; Marcelo Tabarelli³; Felipe Pimentel Lopes de Melo¹

¹ Laboratório de Ecologia Aplicada - UFPE

² Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste

³ Laboratório de Ecologia Vegetal - UFPE

Toda a correspondência deve ser endereçada para:

Dr. Felipe Pimentel Lopes de Melo

Departamento de Botânica

Centro de Ciências Biológicas

Universidade Federal de Pernambuco

Av. Moraes Rego, s/n, Cidade Universitária

Recife-PE. Brasil

50.670-901

e-mail: fplmelo@gmail.com

Fone: 055 81 21268944

Resumo

O uso da lenha por populações rurais está associado a três principais aspectos: econômicos, sociais e ambientais. Este trabalho teve como objetivo principal identificar os fatores socioeconômicos determinantes do consumo de lenha por habitantes rurais do Centro de Endemismo Pernambuco (CEPE), situado na Floresta Atlântica do nordeste do Brasil e avaliar o potencial da sustentabilidade da retirada de biomassa florestal por esta atividade. Foram aplicados 208 entrevistas semiestruturadas a chefes de família da zona rural sobre questões socioeconômicas, os hábitos de consumo e preferências de combustíveis e espécies utilizadas. A lenha utilizada diariamente foi pesada e estimada a quantidade mensal e anual consumida. Cada família consome em média 2,3 ton/ano e cada pessoa, aproximadamente meia tonelada de lenha em média por ano. Do universo amostral, 65% são usuárias de lenha como combustível doméstico misto ou único. A renda *per capita* é a variável que mais é correlacionada com o consumo de lenha e a maior parte das famílias usuárias afirma que utilizam lenha em economia ao gás de cozinha ou da renda mensal. Famílias que recebem até $\frac{1}{4}$ de salário mínimo de renda mensal são mais propícias a utilizarem lenha. Em 69 municípios do CEPE existe o uso da lenha como combustível de forma insustentável do ponto de vista da retirada de biomassa e em médio prazo é possível que a mata não consiga mais suprir a demanda de prestação bens e serviços. Este trabalho pretende auxiliar no direcionamento de ações de mitigação dos efeitos do uso da lenha na saúde das famílias de mais baixa renda que dependem do recurso e dos impactos da retirada de biomassa florestal.

Palavras-chave:

Recursos madeireiros; determinantes socioeconômicos; sustentabilidade; floresta atlântica

Introdução

Dentre os combustíveis de biomassa, lenha é o principal e mais acessível combustível utilizado para cozinhar, aquecer água e o interior de residências rurais de países em desenvolvimento (Bhatt and Tomar, 2002; Kersten et al., 1998; Osei, 1993; Parikka, 2004; Sagar and Kartha, 2007) e com a expansão populacional, a pressão nas florestas com a retirada de biomassa tem aumentado progressivamente (Abbot and Lowore, 1999; Bhatt and Sachan, 2004; Kersten et al., 1998; Madubansi and Shackleton, 2007; Osei, 1993). A lenha é, na maioria das vezes, o combustível mais econômico por possuir baixo ou nenhum custo financeiro associado, sendo utilizado preferencialmente por necessidade econômica (Arnold et al., 2006). Desta forma a utilização de lenha como combustível doméstico acaba por ser um agente mitigador de pobreza das populações rurais que tem acesso ao recurso (Babulo et al., 2009; de Medeiros et al., 2011; Fisher, 2004; Kamanga et al., 2009; López-Feldman et al., 2007) e por isso é um tema que tem recebido mais esforços de pesquisa nos países em desenvolvimento da África, Ásia e América latina (Ghilardi et al., 2007; Medeiros et al., 2011; Ramos et al., 2008a; Ramos et al., 2008b; Tabuti et al., 2003).

A decisão de uma família em fazer o uso da lenha pode ser influenciada por diversos fatores, como os socioeconômicos, como renda e número de pessoas por família, os ambientais como a disponibilidade e a qualidade do recurso e acesso a combustíveis substitutos ou por fatores culturais relacionados ao hábito de cozinhar ou ao sabor que a lenha confere a comida (Arnold et al., 2006; Mahapatra and Mitchell, 1999; Miah et al., 2009; Quiroz-Carranza and Orellana, 2010; Ramos et al., 2008a). Por outro aspecto, a quantidade de lenha usada diariamente pode ser influenciada pelo tipo de fogão utilizado, número de pessoas da família e até mesmo a quantidade de refeições que são realizadas diariamente (Berrueta et al., 2008; FAO, 2003; Miah et al., 2009; Tabuti et al., 2003). No Brasil, embora esteja bastante difundido o uso de gás de cozinha pela população urbana, a utilização de lenha para consumo

doméstico por populações rurais ainda é bastante realizada e a lenha representa em toneladas de petróleo equivalente a segunda matriz energética do setor residencial, sendo a primeira a energia elétrica e terceira o gás liquefeito de petróleo (GLP) (BEN/MME, 2011).

Problemas associados ao uso da lenha podem ser analisados sob três principais aspectos: sociais, econômicos e ambientais. A queima da lenha em fogões abertos, além de necessitar de uma maior quantidade do recurso, gera fumaça e material particulado no interior das residências (Hoskins, 2011). Assim, enfermidades leves como dor de cabeça e problemas no sistema respiratório, assim como graves como câncer e queimaduras, têm sido relacionadas ao uso destes fogões dentro das casas, e é estimado que anualmente o uso de combustíveis de biomassa, seja responsável pela morte de cerca de 2,7 milhões de pessoas (Hu and Ran, 2009; Smith, 2002). A lenha pode ser um agente mitigador da pobreza devido a seu custo financeiro de obtenção baixo ou ausente, o que gera uma economia na renda familiar e por outro lado faz com que muitas famílias sejam completamente dependentes deste combustível para cocção dos alimentos (Duraiappah, 1998; Godoy et al., 1995). Por último, a obtenção da lenha é um fator que oferece riscos ambientais por gerar impactos diretos e/ou indiretos a biodiversidade e à estrutura das florestas tropicais (Johns, 1985; Scabin et al., 2011).

Ao longo dos anos a floresta foi sendo convertida principalmente em cultivos agropecuários e aglomerados urbanos (Galindo-Leal and Câmara, 2003). De acordo com o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, 2005-2008, existem mais de 110 milhões de habitantes vivendo no domínio da Mata Atlântica, que representa pouco mais de 60% da população brasileira. Estudos têm demonstrado que a porção da Floresta Atlântica localizada ao norte do Rio São Francisco ou Centro de Endemismo Pernambuco (CEPE) apesar de sua extrema importância biológica, sendo considerada uma porção importantíssima para conservação da biodiversidade por apresentar respostas biológicas negativas frente a perturbações antrópicas e continuar suscetível a incursões para retirada de bens florestais (da

Silva and Tabarelli, 2001). A degradação de florestas é definida por (Ahrends et al., 2010) como a redução da sua capacidade em produzir bens e serviços ambientais e conservar a biodiversidade. De acordo com Medeiros (2010) para uma localidade inserida nesta porção de floresta acima do Rio São Francisco, a utilização da lenha é tipo de uso dos recursos florestais madeireiros que oferece maiores riscos de degradação florestal devido, principalmente, à quantidade de biomassa retirada anualmente para este fim.

Para que se apliquem com sucesso estratégias de conservação a partir de práticas conservacionistas ou de cunho de fiscalização em diversas escalas, é necessário identificar os atores e a intensidade de geração de impactos por esta atividade de uso de lenha (Gavin and Anderson, 2007). Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo principal identificar os fatores socioeconômicos mais determinantes do consumo de lenha por habitantes rurais do Corredor de Biodiversidade Nordeste, a fim de direcionar ações e estratégias de conservação associados à melhoria na qualidade de vida da população usuária deste recurso. Além das variáveis que melhor respondem ao consumo de lenha, nós analisamos com detalhes os padrões de consumo de lenha incluindo o consumo *per capita*, diâmetro dos caules mais utilizados, espécies mais frequentemente consumidas, por último se apresenta um mapa temático dos municípios com maior vulnerabilidade aos impactos da extração de madeira como combustível, de acordo com uma estimativa do número de pessoas que fazem uso deste combustível em cada município.

Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em seis paisagens do Centro de Endemismo Pernambuco (CEPE, onde existem comunidades rurais, que habitam as proximidades de remanescentes florestais. Nesse trecho de floresta segundo o censo 2010 do IBGE, são pouco mais de 12 milhões de pessoas vivendo em 271 municípios na área de ocorrência da Mata Atlântica ao norte do rio São Francisco nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do

Norte. Desse total, o IBGE classifica como população rural em torno de 2 milhões de pessoas. O 271 municípios que fazem parte dos limites originais da floresta atlântica, (de acordo com o SOSMA (2010) no atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica 2010), que atualmente possuem remanescentes de floresta original incluindo as florestas interioranas, (i.g brejos de altitude). Foram visitadas comunidades e assentamentos rurais, vilas agrícolas de usinas de cana-de-açúcar localizadas em seis municípios (Fig. 1): 1 – Santa Rita (Paraíba); 2- Cabo de Santo Agostinho, 3 - Rio Formoso e 4 - Lagoa dos Gatos (Pernambuco), 5 - São José da Laje e 6 - Murici (Alagoas) . As áreas visitadas foram selecionadas por possuírem características de domicílios rurais (de acordo com IBGE, 1996), e facilidade de comunicação com a liderança ou responsável pelas unidades onde se realizaram as entrevistas.

Coleta dos dados

Foram realizadas no total, 208 entrevistas com os responsáveis pelas famílias residentes em zonas rurais, aproximadamente 20 em cada paisagem visitada dentro do período um ano iniciado em setembro de 2010, sendo deste total, 148 entrevistas realizadas com mesmo método, no município de São José da Laje – AL, dados disponíveis em Specht (2009). As entrevistas aplicadas eram semiestruturadas e com o intuito de amostrar as seguintes variáveis: condições socioeconômicas da família; tipo de combustível utilizado e preferido, origem da lenha e intensidade de uso; espécies lenhosas consumidas (Anexo 1). Foi mensurado o peso de lenha em kg, consumida normalmente em um dia por cada entrevistado, de acordo com a metodologia do “dia médio”, onde o responsável pelo fogão reúne a quantidade de lenha utilizada normalmente em um dia e o montante é aferido com balança de mão (FAO, 2003). Esta técnica foi desenvolvida pela FAO para diagnósticos rápidos de uso da lenha. O consumo semanal total (CS) de lenha por unidade familiar foi estimado utilizando a fórmula: $CS = (LS + LC) / 2$, onde LS representa o número de dias que a lenha é utilizada durante a semana na estação seca e LC, o consumo na estação chuvosa. O consumo semanal

per capita foi calculado pela razão entre o consumo semanal e o número de pessoas residentes na família. Para calcular o consumo mensal multiplicou-se o CS por 4, e para obtenção do consumo anual, multiplicou-se o consumo mensal por 12.

A identificação das espécies citadas como consumidas foi realizada com auxílio de registros fotográficos apresentados aos entrevistados, quando possível foi realizado a coleta de material biológico em turnê guiada, além de consultas aos responsáveis por reflorestamentos e/ou viveiros das áreas visitadas. Os dados referentes às citações e frequência de uso das espécies vegetais foram coletados e compartilhados com Oliveira-Filho (2011).

Para fins de análise e posterior geração do mapa de pressão de extração de lenha do CBNE, foram obtidos os dados de renda per capita familiar dos municípios no censo 2010 (IBGE, 2001) e para fins de análise foram reorganizados em três categorias de renda: categoria 1 pessoas com renda *per capita* até $\frac{1}{4}$ de salário mínimo; categoria 2 pessoas com renda *per capita* acima de $\frac{1}{4}$ até $\frac{1}{2}$ salário mínimo; categoria 3 acima de $\frac{1}{2}$ salário mínimo per capita. A renda *per capita* foi uma variável selecionada por ser descrita em vários trabalhos como uma boa preditora do consumo de lenha (Medeiros et al., 2011) e por ser facilmente encontrada em banco de dados nacionais confiáveis. Para estimar a quantidade de lenha consumida para cada município, calculamos o consumo médio de lenha *per capita* por ano, a partir dos dados obtidos nas entrevistas e multiplicamos pelo número de pessoas em cada município. Para cada município foi estabelecido uma classe de consumo de lenha através da distribuição dos valores de consumo em quartis, onde o primeiro quartil (25%) representa baixo consumo; o segundo quartil (50%) representa consumo médio o quinto (75%), consumo elevado, acima de 75% foi considerado consumo muito elevado.

Para criar um critério de sustentabilidade do município pela atividade de extração de lenha, foi necessário transformar de quilos para hectares a biomassa de lenha estimada como

consumida para cada município. Utilizamos a estimativa do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) onde 1 hectare de Floresta é possui aproximadamente 217 toneladas de biomassa seca dado para florestas tropicais úmidas das Américas com longo período seco. Para se estimar a quantidade de floresta que se regenera naturalmente por ano foram utilizados dados do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). De acordo com o (IPCC, 2003) se regeneram aproximadamente 1,5 toneladas/hectares/ano de biomassa seca em florestas tropicais úmidas das Américas com longo período seco. Para se estimar quanto de biomassa se regenera para cada município, foi multiplicado a quantidade de tonelada que se regenera anualmente (1,5 ton/ha/ano) pela quantidade de floresta remanescente em 2010 para cada município através dos dados obtidos do SOS Mata Atlântica (2011). Entretanto, apenas foram disponibilizados pelo órgão responsável, os dados de remanescente de apenas 210 municípios. Assim, para se estabelecer se o município se enquadrava na categoria de sustentável para a coleta de lenha, a quantidade de biomassa florestal que se regenera, é maior que a biomassa consumida pelas famílias de cada município. Estes dados serão expressos em forma de mapa para melhor visualização.

Análise dos dados

Para avaliar se existe relação entre o consumo de lenha e as variáveis analisadas, realizamos testes de correlação de Spearman. Para avaliar se a probabilidade de consumir lenha é diferente do azar, em cada categorias de renda, realizamos um teste de Qui-Quadrado e todas as análises foram realizadas no programa JMP 8.

Resultados

Mais de 65 % dos entrevistados fazem utilização de lenha como combustível para cozinhar em suas residências em diferentes graus de intensidade, ou seja, pelo menos uma vez ao mês ou todos os dias, e os 35% restantes usam de apenas o GLP como combustível. Ou seja, das 270 entrevistas, 33 fazem utilização da lenha como fonte única de

combustível doméstico de uso diário, e 174 uso misto de lenha associado a GLP e 63 utiliza apenas GLP. Em média (\pm desvio padrão) são consumidos mensalmente 179 ± 174 kg de lenha pelas famílias entrevistadas, que representa o consumo médio de $2361,1 \pm 2432,7$ kg de lenha por ano por cada família. Em média uma única pessoa de uma família, consome durante um ano, cerca de $532,85 \pm 644,9$ kg de lenha. O fato de o desvio-padrão ter sido maior que a média mostra a existência de grande variabilidade entre os dados de consumo (tabela 1). Há uma clara transição entre os tipos de combustíveis utilizados nas diferentes classes de renda, onde as classes de mais baixa renda apresentam mais uso misto e exclusivo de lenha enquanto a classe que abriga os entrevistados de mais alta renda utilizam apenas gás e eventualmente lenha (Fig 2). As condições socioeconômicas da população estudada demonstram que renda familiar é advinda de salários, agricultura e aposentadorias e que as famílias são compostas em média (\pm desvio padrão) por $5,03 \pm 2,51$ pessoas.

Dentre as variáveis testadas para avaliar qual está relacionada à decisão da família em consumir lenha, encontramos uma forte relação entre quantidade de lenha consumida e a renda per capita, renda total familiar, número de pessoas por família e duração do botijão de gás. Estas variáveis são autocorrelacionadas e renda *per capita* foi a variável que mais explica o consumo de lenha ($N=266$; $R=-0,47$; $p=0,001$) (Fig. 3). Estas variáveis se mostraram como bons preditores do uso de lenhas sendo a correlação mais forte entre o consumo e a renda *per capita*, onde quanto maior esta variável, menor o consumo de lenha.

Quando indagados sobre qual tipo de combustível é preferido (ou seja, se só pudessem utilizar um único combustível), obtivemos que 50% dos entrevistados preferem fazer o uso do gás para cozinhar, enquanto que apenas 31% preferem lenha e a percentagem restante não opinou. Dentre as razões eleitas para o uso da lenha ser preferido além do uso devido à economia de gás e de dinheiro (40% dos entrevistados), também 40% se referem ao cozimento mais rápido da preferência da lenha, devido ao seu alto poder calorífico quando

comparado ao gás de cozinha; apenas 20 % dos entrevistados afirmam que usam lenha por uma questão do uso tradicional (uso pelos pais e avós, além do sabor diferenciado da comida). Com relação ao gás, o motivo que o torna preferido é a praticidade (85% dos entrevistados) e aspectos relacionados à saúde, devido a presença de fumaça que é gerada pela combustão de lenha em fogões abertos (15% dos entrevistados).

Dos entrevistados, aproximadamente 36% se enquadram na categoria de renda 1 (pessoas que recebem até $\frac{1}{4}$ de salário mínimo *per capita*), 45% na categoria 2, enquanto que 19% fazem parte da categoria 3 (TABELA 1). A categoria 1 é a classe de renda que mais consome lenha (em média $643,5 \pm 687$ kg/pessoa/ano) e a que possui maior probabilidade de ser consumidora de lenha ($p < 0,05$), enquanto as duas outras categorias, as probabilidades de consumir não diferem do azar (Fig. 2). Ou seja, $\frac{1}{4}$ do salário mínimo, de renda *per capita* familiar representa o limite financeiro onde o consumo de lenha é de mais alta probabilidade de acontecer pelas famílias de zonas rurais do CBNE.

Levando em consideração os dados de entrevista, pode-se fazer uma estimativa de quantos hectares de florestas são retirados pela atividade de extração de lenha. Considerando que o consumo médio de lenha por pessoa na faixa de mais baixa renda, é de 642,5 kg/per capita/ano, e que existem 706.393 pessoas nas zonas rurais dos 270 municípios analisados, isso representa aproximadamente 2 mil hectares de floresta anualmente necessários para suprir a demanda desta população. A figura 4 demonstra a população potencialmente consumidora de lenha nos municípios analisados do CBNE, categorizadas em faixas de consumo. Na análise de consumo de lenha por município, existem 66 municípios com baixo consumo; 64 com consumo médio; 69 com consumo elevado, e 67 com consumo muito elevado.

Na análise de sustentabilidade do uso da lenha em termos de balanço entre a o incremento de biomassa florestal anual e quantidade de lenha necessária para suprir a

demanda energética dos habitantes rurais de cada município, encontramos que existem 69 municípios onde o uso da lenha é considerado insustentável, ou seja, excede a capacidade de incremento de biomassa da floresta e 141 onde o uso se mostra sustentável deste ponto de vista (Fig 4). A figura 5 demonstra os municípios que possuem maior vulnerabilidade a retirada de lenha, onde os municípios de Caetés - PE, Arapiraca - AL, e Traipu - AL, foram os que apresentaram a maior soma onde se fazem urgentes ações de mitigação dos efeitos adversos ao uso da lenha.

Mais de 85% dos entrevistados que consomem lenha mencionaram que a origem do material consumido em suas residências é advinda dos fragmentos florestais que estão vizinhos, o restante afirmou que compram a lenha, ou coletam de quintais ou de seus lotes (no caso dos assentados). Dentre as 67 espécies citadas como consumidas como combustível doméstico, sete são exóticas a Floresta Atlântica. Das espécies nativas seis foram escolhidas como mais frequentemente citadas: *Byrsonima sericea* (murici/murici-pitanga), em 69,96% das respostas; *Tapirira guianensis*, (cupiúba, com 35,87%); *Cupania oblongifolia*, (cabotã/cabotã-de-rego, com 21,52%); *Bowdichia virgilioides* (sucupira/sicupira, com 15,70%); *Eschweilera ovata* (embiriba, com 15,25%) e *Thyrsodium spruceanum* (cabotã-de-leite, com 15,25%) (Tabela 2).

Discussão

O consumo de lenha é uma realidade muito presente nas famílias habitantes da zona rural do CBNE, uma vez que mais da metade do universo amostral faz o uso do combustível. Nossos resultados indicam que a renda *per capita* é a variável que mais influencia o consumo de lenha na região e, de acordo com a opinião das famílias, um dos principais motivos para o uso da lenha como combustível é a redução nos gastos mensais. As famílias que possuem alta probabilidade de consumirem lenha são as que recebem até $\frac{1}{4}$ de salário mínimo *per capita*, o

que representa uma grande quantidade de pessoas que provavelmente estão expostas a fumaça dos fogões tradicionais abertos e que em sua maioria obtém lenha dos remanescentes da Floresta Atlântica. Existem municípios onde se encontram maior número de pessoas necessitadas de mais atenção por programas governamentais de incentivo a políticas públicas de melhoria da qualidade de vida. Adjacente a isto, encontramos que em termos de biomassa, em 95 municípios do CBNE ultrapassa a capacidade de regeneração florestal anual, indicando que o uso de lenha pela população rural destes municípios é uma atividade depredadora. Assim, nossos resultados sugerem que o uso de lenha pelas comunidades é um problema que não deve ser negligenciado principalmente nestas áreas onde existe mais risco tanto do ponto de vista social, como ambiental.

Como descrevemos neste estudo, o padrão de uso misto de lenha com gás GLP, já foi encontrado por outros autores, tanto em região semiárida no México (Perez-Negron and Casas, 2007) e do nordeste brasileiro (Ramos et al., 2008b) como foi igualmente descrito para 64 famílias que vivem próximos a remanescentes de Floresta Atlântica do Nordeste no município de Três Lagoas, em Pernambuco (Medeiros et al., 2011). Para esta mesma região, foi descrito o padrão de uso dos recursos madeireiros por estas famílias e os autores descreveram que o uso de lenha como combustível é o que requer maior quantidade de lenha e que os fatores socioeconômicos como renda *per capita* e número de pessoas por família são bons preditores do uso dos recursos madeireiros (de Medeiros et al., 2011; Medeiros et al., 2011).

A estreita relação entre consumo de lenha e renda *per capita* tem sido descrita por diversos autores em várias partes do mundo (Brouwer and Falcao, 2004; Gavin and Anderson, 2007; Godoy et al., 1995; Lacuna-Richman, 2002). Também encontramos que a preferência das pessoas em utilizar o gás GLP deve-se a praticidade e utilizam a lenha por representar uma economia no orçamento familiar. Outros autores também têm atribuído que a lenha atua

como uma fonte de incremento econômico e agente mitigador de pobreza, tanto pela redução dos custos financeiros com o GLP, como uma fonte de geração de renda pela venda dos recursos (Babulo et al., 2009; Campbell et al., 2003; Kamanga et al., 2009; López-Feldman et al., 2007).

Além da renda *per capita* ser uma variável consolidada como bom preditor do consumo de lenha, esta também se mostra muito acessível a análises pelas bases de dados nacionais de geografia e estatística. Desta forma, foi possível dar escala aos dados coletados e visualizar as áreas de risco em formas gráficas com mapas detalhados. Os mapas são ferramentas que podem e devem ser utilizadas a favor da gestão de recursos naturais dos territórios e hoje são imprescindíveis para melhor visualização das áreas chaves para atuação políticas a nível local (Acsehrad, 2008). No México e Argentina, em análise em escala nacional, englobando não apenas o consumo doméstico, mas também comercial, os mapas foram extremamente importantes para identificar as áreas de demanda e oferta dos combustíveis madeireiros (FAO, 2009; Ghilardi et al., 2007). Nosso estudo abordou numa escala mais pontual e avaliou o balanço entre a oferta e demanda de lenha numa região onde as florestas se encontram em grau elevado de degradação.

De acordo com os dados do censo demográfico 2010 (IBGE 2011) existem aproximadamente mais de 700 mil pessoas vivendo nas zonas rurais distribuídas ao longo dos 270 municípios que compõem o CBNE que estão dentro desta faixa da renda de até $\frac{1}{4}$ salário mínimo per capita tornando-os mais susceptíveis ao consumo (Fig 4). Encontramos que em apenas 69 municípios deva estar ocorrendo o uso insustentável de lenha devido ao balanço negativo entre a quantidade de hectares remanescentes de mata e quantidade de lenha necessária para suprir a demanda de combustível doméstico da população do município. Ou seja, do ponto de vista da retirada de biomassa, estes municípios estão vulneráveis a sofrer com defasagem de oferta de lenha, pois, a capacidade de incremento da biomassa florestal é

menor que a demanda anual do recurso. Entretanto o ideal seria estabelecer parcelas e monitorar a taxa de incremento de biomassa em cada paisagem visitada e se obter com precisão se a retirada de lenha é ou não sustentável do ponto de vista da retirada de biomassa.

Por outro aspecto, o fato de o uso de lenha ser sustentável do ponto de vista da retirada de biomassa, não necessariamente implica em sustentabilidade relacionada todos os possíveis impactos da retirada deste recurso da floresta e do ponto de vista da saúde pública. Com relação aos danos nas florestas, a retirada seletiva de madeira pode incrementar outras atividades como a caça e aumento de áreas de agricultura dentro da floresta e por consequência modificar a estrutura, funcionamento e fornecimento de bens florestais (Johns, 1985; Peres et al., 2006; Tabarelli et al., 2004). Para nosso estudo, segundo os entrevistados, alguma parte desta lenha seja oriunda de galhos caídos no chão da floresta, esta atividade normalmente pode acontecer associada à abertura de trilhas na mata que pode torná-la mais susceptível a pressões de caça (obs pessoal). Do ponto de vista social, embora a lenha possa atuar como um agente mitigador de pobreza, implica em danos sérios a saúde das famílias usuárias deste combustível com maior dano as mulheres e crianças que se expõem mais a fumaça e material particulado, descritos já como agente que promovem doenças crônicas e agudas (Hoskins, 2011; Hu and Ran, 2009; Sagar and Kartha, 2007)

Foram muitas as espécies citadas como utilizadas como combustível quando comparamos com outros trabalhos. Ramos *et. al.* (2008b) encontrou que 27 espécies são citadas como utilizadas como combustível em um a região semiárida do nordeste do Brasil. Perez-Negron & Casas (2007) encontraram 70 espécies citadas para uso como combustível em uma vila em Chiapas, México. Ou seja, o número de espécies citadas e utilizadas é bastante variável para cada universo amostral estudado. Entretanto, Oliveira-Filho (2011), investigando o mesmo universo amostral do nosso trabalho, encontrou um dado de relevância para conservação de espécies vegetais: as espécies mais utilizadas como combustível

doméstico são aquelas que possuem características de pioneiras que mais proliferam nos remanescentes florestais do CBNE. Para esta mesma região, Lôbo *et. al.* (2011) descreveu que estas mesmas espécies são responsáveis pela homogeneização biótica da flora dos remanescentes florestais. Ou seja, ainda do levando em consideração os impactos do uso da lenha na floresta, o corte seletivo de espécies nesta região pode atuar como um agente de retroalimenta a proliferação de espécies pioneira e podem estar contribuindo para que a flora torne-se cada vez mais empobrecida, reduzindo assim a diversidade e a capacidade da floresta em suprir bens e serviços adequadamente.

Nosso trabalho detectou os principais fatores socioeconômicos que determinam o consumo de lenha por famílias habitantes da zona rural do CBNE, e a principal classe de renda onde a probabilidade de se utilizar lenha como combustível doméstico é elevada. Sugerimos que maior atenção pelos órgãos públicos e organizações não governamentais seja dada a problemática que envolve o uso de lenha como combustível doméstico por comunidades rurais do CBNE. Os mapas gerados podem contribuir com políticas públicas e ações práticas mais direcionadas as famílias que mais necessitam de atenção e aos municípios onde os remanescentes de floresta Atlântica estão mais susceptíveis aos impactos da retirada diretos e indiretos da retirada de biomassa florestal que não devem ser negligenciados.

Agradecimentos

Nós agradecemos ao CNPq pela concessão de bolsa a primeira autora e pelo financiamento do projeto a qual este trabalho está vinculado, a Rufford Foundation pelo suporte financeiro do trabalho, ao CEPAN pelo apoio logístico. À Hewerton Silva, do Lab. de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento - SERGEO, pelas contribuições com os mapas.

Literatura citada

- Abbot P, Lowore J, Khofi C, Werren M. Defining firewood quality: A comparison of quantitative and rapid appraisal techniques to evaluate firewood species from a southern African Savanna. *Biomass Bioenerg* (1997) 12:429-437.
- Abbot PG, Lowore JD. Characteristics and management potential of some indigenous firewood species in Malawi. *Forest Ecol Manag* (1999) 119:111-121.
- Acselrad H. *Cartografias Sociais e Território*. (2008) Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2008.
- Ahrends A, et al. Predictable waves of sequential forest degradation and biodiversity loss spreading from an African city. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (2010).
- Albuquerque UP, et al. The Role of Ethnobotany and Environmental Perception in the Conservation of Atlantic Forest Fragments in Northeastern Brazil. *Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability* (2008):8.
- Almeida ALS, Medeiros PM, Silva TC, Ramos MA, S. SS, Albuquerque UP. Does the June Tradition Impact the Use of Woody Resources from an Area of Atlantic Forest in Northeastern Brazil? . *Functional Ecosystems and Communities* (2008):13.
- Andrew Grieser J. Bird population persistence in Sabahan logging concessions. *Biol Conserv* (1996) 75:3-10.
- Arnold MJE, Köhlin G, Persson R. Woodfuels, Livelihoods, and Policy Interventions: Changing Perspectives. *World Development* (2006) 34:16
- Ayres JM, et al. Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil. . (2005) Belém.
- Ayres JM, Marigo LC. Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil. (2005): Sociedade Civil Mimirauá.
- Babulo B, et al. The economic contribution of forest resource use to rural livelihoods in Tigray, Northern Ethiopia. *Forest Policy Econ* (2009) 11:109-117.
- BEN/MME. *Balanco Energético Nacional: Ano base 2010*. (2011) Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética.
- Benítez-Malvido J, Martínez-Ramos M. Impact of Forest Fragmentation on Understory Plant Species Richness in Amazonia
- Impacto de la Fragmentación de la Selva sobre la Riqueza de Especies del Sotobosque en el Amazonas. *Conserv Biol* (2003) 17:389-400.
- Berrueta VM, Edwards C, Masera OR. Energy performance of wood-burning cookstoves in Michoacan, Mexico. *Renew Energ* (2008) 33:12.
- Bhatt BP, Sachan MS. Firewood consumption along an altitudinal gradient in mountain villages of India. *Biomass Bioenerg* (2004) 27:69-75.
- Bhatt BP, Tomar JMS. Firewood properties of some Indian mountain tree and shrub species. *Biomass Bioenerg* (2002) 23:257-260.
- Brokaw NVL. Gap-Phase Regeneration in a Tropical Forest. *Ecology* (1985) 66:682-687.
- Brouwer R, Falcao MP. Wood fuel consumption in Maputo, Mozambique. *Biomass Bioenerg* (2004) 27:233-245.
- Campbell BM, Vermeulen SJ, Mangono JJ, Mabugu R. The energy transition in action: urban domestic fuel choices in a changing Zimbabwe. *Energ Policy* (2003) 31:553-562.
- Chapin FS, et al. Consequences of changing biodiversity. *Nature* (2000) 405:234-242.
- da Silva JMC, Tabarelli M. The future of the Atlantic forest in northeastern Brazil. *Conserv Biol* (2001) 15:819-820.
- de Medeiros PM, da Silva TC, de Almeida ALS, de Albuquerque UP. Socio-economic predictors of domestic wood use in an Atlantic forest area (north-east Brazil): a tool for directing conservation efforts. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* (2011):1-7.
- de Melo FPL, Dirzo R, Tabarelli M. Biased seed rain in forest edges: Evidence from the Brazilian Atlantic forest. *Biol Conserv* (2006) 132:50-60.
- Denslow JS. Tropical Rainforest Gaps and Tree Species Diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* (1987) 18:431-451.

- Duraiappah AK. Poverty and environmental degradation: A review and analysis of the nexus. *World Development* (1998) 26:2169-2179.
- FAO. *Dendroenergía* (2002) Roma: FAO, Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación.
- FAO. *Guía para encuestas de demanda, oferta y abastecimiento de combustible de madera*. (2003) Roma: FAO, Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación.
- FAO. *Análisis del Balance de Energía derivada de Biomasa en Argentina WISDOM Argentina*. (2009) Roma: FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Fisher M. Household welfare and forest dependence in Southern Malawi. *Environ Dev Econ* (2004) 9:135-154.
- Francois M C, William F. Laurance, Carlos Peres, *Emerging Threats to Tropical Forests* (2006) University of Chicago Press 0226470229 pbk, 520 pp. Price \$40.00/£25.50. *Biol Conserv* (2007) 139:232-233.
- Galindo-Leal C, Câmara IG. *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. (2003): Island Press.
- Gavin MC, Anderson GJ. Socioeconomic predictors of forest use values in the Peruvian Amazon: A potential tool for biodiversity conservation. *Ecol Econ* (2007) 60:752-762.
- Ghilardi A, Guerrero G, Maser O. Spatial analysis of residential fuelwood supply and demand patterns in Mexico using the WISDOM approach. *Biomass and Bioenergy* (2007) 31:16.
- Godoy R, Brokaw N, Wilkie D. The effect of income on the extraction of non-timber tropical forest products: Model, hypotheses, and preliminary findings from the Sumu Indians of Nicaragua. *Hum Ecol* (1995) 23:29-52.
- Grillo AS, A. OM, Tabarelli M, . Árvores. In: *Diversidade biológica e conservação da floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco*.--PÓRTO C, ALMEIDA-CORTEZ JS, TABARELLI M, eds. (2006) Brasília Editora Universitária-UFPE. 191-216.
- Holdsworth AR, Uhl C. Fire in Amazonian Selectively Logged Rain Forest and the Potential for Fire Reduction. *Ecol Appl* (1997) 7:713-725.
- Hoskins JA. *Health Effects Due to Indoor Air Pollution Survival and Sustainability*--Gökçekus H, Türker U, LaMoreaux JW, eds. (2011): Springer Berlin Heidelberg. 665-676.
- Hu G, Ran P. Indoor air pollution as a lung health hazard: focus on populous countries. *Current Opinion in Pulmonary Medicine* (2009) 15:158-164 110.1097/MCP.1090b1013e3283218304.
- IBGE. *Atlas Nacional do Brasil: Região Nordeste*. (1985) Rio de Janeiro.: IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE. *Censo Demográfico 2000*. (2001): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IPCC. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry* (2003): Institute for Global Environmental Strategies, IPCC.
- Johns AD. Selective logging and wildlife conservation in tropical rain-forest: Problems and recommendations. *Biol Conserv* (1985) 31:355-375.
- Johns AD. Effects of selective logging on the ecological organization of a peninsular Malaysian rainforest avifauna. *Forktail* (1986) 1:65-79.
- Kamanga P, Vedeld P, Sjaastad E. Forest incomes and rural livelihoods in Chiradzulu District, Malawi. *Ecol Econ* (2009) 68:613-624.
- Kersten I, Baumbach G, Oluwole AF, Obioh IB, Ogunsola OJ. Urban and rural fuelwood situation in the tropical rain-forest area of south-west Nigeria. *Energy* (1998) 23:887-898.
- Kitajima K, Fenner M. Ecology of seedling regeneration. In: *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*--Fenner M, ed. (2000): CABI Pub. 331 - 359
- Lacuna-Richman C. The socioeconomic significance of subsistence non-wood forest products in Leyte, Philippines. *Environ Conserv* (2002) 29:253-262.
- Laurance WF. Edge effects in tropical forest fragments: Application of a model for the design of nature reserves. *Biol Conserv* (1991) 57:205-219.
- Laurance WF, Bierregaard RO. *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. (1997): University of Chicago Press.
- Laurance WF, et al. *The Future of the Brazilian Amazon*. *Science* (2001) 291:438-439.

- Laurance WF, Delamonica P, Laurance SG, Vasconcelos HL, Lovejoy TE. Conservation: Rainforest fragmentation kills big trees. *Nature* (2000) 404:836-836.
- Lima RAFd. Estrutura e regeneração de clareiras em florestas pluviais tropicais. *Revista Brasileira de Botânica* (2005) 28:651-670.
- Lôbo D, Leão T, Melo FPL, Santos AMM, Tabarelli M. Forest fragmentation drives Atlantic forest of northeastern Brazil to biotic homogenization. *Divers Distrib* (2011) 17:287-296.
- López-Feldman A, Mora J, Taylor JE. Does natural resource extraction mitigate poverty and inequality? Evidence from rural Mexico and a Lacandona Rainforest Community. *Environ Dev Econ* (2007) 12:251-269.
- Madubansi M, Shackleton CM. Changes in fuelwood use and selection following electrification in the Bushbuckridge lowveld, South Africa. *J Environ Manage* (2007) 83
- 10
- Mahapatra AK, Mitchell CP. Biofuel consumption, deforestation, and farm level tree growing in rural Índia. *Biomass and Bioenergy* (1999) 17:12.
- Martini A, Rosa NA, Uhl C. Espécies de árvores potencialmente ameaçadas pela atividade madeireira na Amazônia. (1998): IMAZON, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia.
- Martorell C, Peters EM. The measurement of chronic disturbance and its effects on the threatened cactus *Mammillaria pectinifera*. *Biol Conserv* (2005) 124:199-207.
- Medeiros PM, Almeida A, Silva T, Albuquerque U. Pressure Indicators of Wood Resource Use in an Atlantic Forest Area, Northeastern Brazil. *Environ Manage* (2011) 47:410-424.
- Meyer ST, Leal IR, Tabarelli M, Wirth R. Ecosystem engineering by leaf-cutting ants: nests of *Atta cephalotes* drastically alter forest structure and microclimate. *Ecological Entomology* (2011) 36:14-24.
- Miah MD, Al Rashid H, Shin MY. Wood fuel use in the traditional cooking stoves in the rural floodplain areas of Bangladesh: A socio-environmental perspective. *Biomass and Bioenergy* (2009) 33:70-78.
- Miller SD, et al. Reduced impact logging minimally alters tropical rainforest carbon and energy exchange. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (2011) 108:19431-19435.
- Murali K, Shankar U, Shaanker R, Ganeshaiyah K, Bawa K. Extraction of non-timber forest products in the forests of Biligiri Rangan Hills, India. 2. Impact of NTFP extraction on regeneration, population structure, and species composition. *Econ Bot* (1996) 50:252-269.
- Oliveira-Filho IR. Existe correlação entre a proliferação de espécies arbóreas e seu uso como combustível por populações rurais? In: *Centro de Ciências Biológicas* (2011) Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 20.
- Oliveira MA, Grillo AS, Tabarelli M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. *Oryx* (2004) 38:389-394.
- Osei WY. Woodfuel and deforestation—answers for a sustainable environment. *Journal of Environmental Management* (1993) 37
- 12.
- Parikka M. Global biomass fuel resources. *Biomass Bioenergy* (2004) 27:613-620.
- Parry L, Barlow J, Peres CA. Allocation of hunting effort by Amazonian smallholders: Implications for conserving wildlife in mixed-use landscapes. *Biol Conserv* (2009a) 142:1777-1786.
- Parry L, Barlow J, Peres CA. Hunting for Sustainability in Tropical Secondary Forests. *Conserv Biol* (2009b) 23:1270-1280.
- Parry L, Peres CA, Day B, Amaral S. Rural-urban migration brings conservation threats and opportunities to Amazonian watersheds. *Conserv Lett* (2010) 3:251-259.
- Peres CA, Barlow J, Laurance WF. Detecting anthropogenic disturbance in tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution* (2006) 21:227-229.
- Perez-Negron E, Casas A. Use, extraction rates and spatial availability of plant resources in the Tehuacan-Cuicatlan Valley, Mexico: The case of Santiago Quiotepec, Oaxaca. *J Arid Environ* (2007) 70:356-379.
- Pimm SL, Raven P. Biodiversity: Extinction by numbers. *Nature* (2000) 403:843-845.
- Quiroz-Carranza J, Orellana R. Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. *Madera Bosques* (2010) 16:20.

- Ramos MA, Medeiros PM, Almeida ALS, Feliciano ALP, Albuquerque UP. Can wood quality justify local preferences for firewood in an area of caatinga (dryland) vegetation? *Biomass Bioenerg* (2008a) 32:503-509.
- Ramos MA, Medeiros PM, Almeida ALS, Feliciano ALP, Albuquerque UP. Use and knowledge of fuelwood in an area of Caatinga vegetation in NE Brazil. *Biomass Bioenerg* (2008b) 32:510-517.
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni F, Hirota MM. Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv* (2009a) 142:12.
- Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv* (2009b) 142:1141-1153.
- Rodrigues ASL, Ewers RM, Parry L, Souza C, Verissimo A, Balmford A. Boom-and-Bust Development Patterns Across the Amazon Deforestation Frontier. *Science* (2009) 324:1435-1437.
- Sagar AD, Kartha S. Bioenergy and sustainable development? *Annu Rev Env Resour* (2007) 32:131-167.
- Sagar R, Raghubanshi AS, Singh JS. Tree species composition, dispersion and diversity along a disturbance gradient in a dry tropical forest region of India. *Forest Ecol Manag* (2003) 186:61-71.
- Santos BA, Peres CA, Oliveira MA, Grillo A, Alves-Costa CP, Tabarelli M. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. *Biol Conserv* (2008) 141:249-260.
- Sapkota IP, Tigabu M, Odén PC. Species diversity and regeneration of old-growth seasonally dry *Shorea robusta* forests following gap formation. *Journal of Forestry Research* (2009) 20:7-14.
- Scabin AB, Costa FRC, Schöngart J. The spatial distribution of illegal logging in the Anavilhanas archipelago (Central Amazonia) and logging impacts on species. *Environ Conserv* (2011) FirstView:1-11.
- Silva JMC, Casteleti ChM. Status of the biodiversity of the Atlantic forest of Brazil. In: *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook*. --Galindo-Leal C, Câmara IG, eds. (2003) Washington, D.C.: Center of Applied Biodiversity Science & Island Press. 408.
- Smith KR. Indoor air pollution in developing countries: recommendations for research†. *Indoor Air* (2002) 12:198-207.
- SOSMA, INPE. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica período 2008-2010. (2011) São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- Specht MJS. Padrões de consumo doméstico de lenha em uma região de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil In: *Centro de Ciências Biológicas* (2009) Recife, Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco. 27.
- Sunderlin WD, Dewi S, Puntodewo A, Muller D, Angelsen A, Epprecht M. Why Forests Are Important for Global Poverty Alleviation: A Spatial Explanation. (2008).
- Swaine MD. The ecology of tropical forest tree seedlings / edited by M.D. Swaine. (1996) Paris : Carnforth, [England] ; New York :: UNESCO ; Parthenon Pub. Group.
- Swaine MD, Whitmore TC. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Plant Ecol* (1988) 75:81-86.
- Tabarelli M, Aguiar AV, Ribeiro MC, Metzger JP, Peres CA. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. *Biol Conserv* (2010) 143:2328-2340.
- Tabarelli M, Da Silva MJC, Gascon C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. *Biodivers Conserv* (2004) 13:1419-1425.
- Tabarelli M, Lopes AV, Peres CA. Edge-effects Drive Tropical Forest Fragments Towards an Early-Successional System. *Biotropica* (2008) 40:657-661.
- Tabarelli M, Mantovani W. Treefall gap colonization in the Brazilian atlantic montane rainforest. *Tropical Ecology* (1998) 39:15-22.

- Tabarelli M, Peres CA. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. *Biol Conserv* (2002) 106:165-176.
- Tabuti JRS, Dhillion SS, Lye KA. Firewood use in Bulamogi County, Uganda: species selection, harvesting and consumption patterns. *Biomass Bioenerg* (2003) 25:581-596.
- TEEB. A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade: integrando a economia da natureza. Uma síntese da abordagem, conclusões e recomendações do TEEB. . (2010).
- Top N, Mizoue N, Kai S, Nakao T. Variation in woodfuel consumption patterns in response to forest availability in Kampong Thom Province, Cambodia. *Biomass Bioenerg* (2004) 27:57-68.
- Valverde T, Silvertown J. CANOPY CLOSURE RATE AND FOREST STRUCTURE. *Ecology* (1997) 78:1555-1562.
- Veloso HP, Rangel-Filho ALR, Lima JCA. Classificação da vegetação brasileira adaptada em sistema universal. . (1991) Rio de Janeiro: IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Wilson WL, Johns AD. Diversity and abundance of selected animal species in undisturbed forest, selectively logged forest and plantations in East Kalimantan, Indonesia. *Biol Conserv* (1982) 24:205-218.
- Wright SJ. The future of tropical forests. *Annals of the New York Academy of Sciences* (2010) 1195:1-27.

Lista de figuras

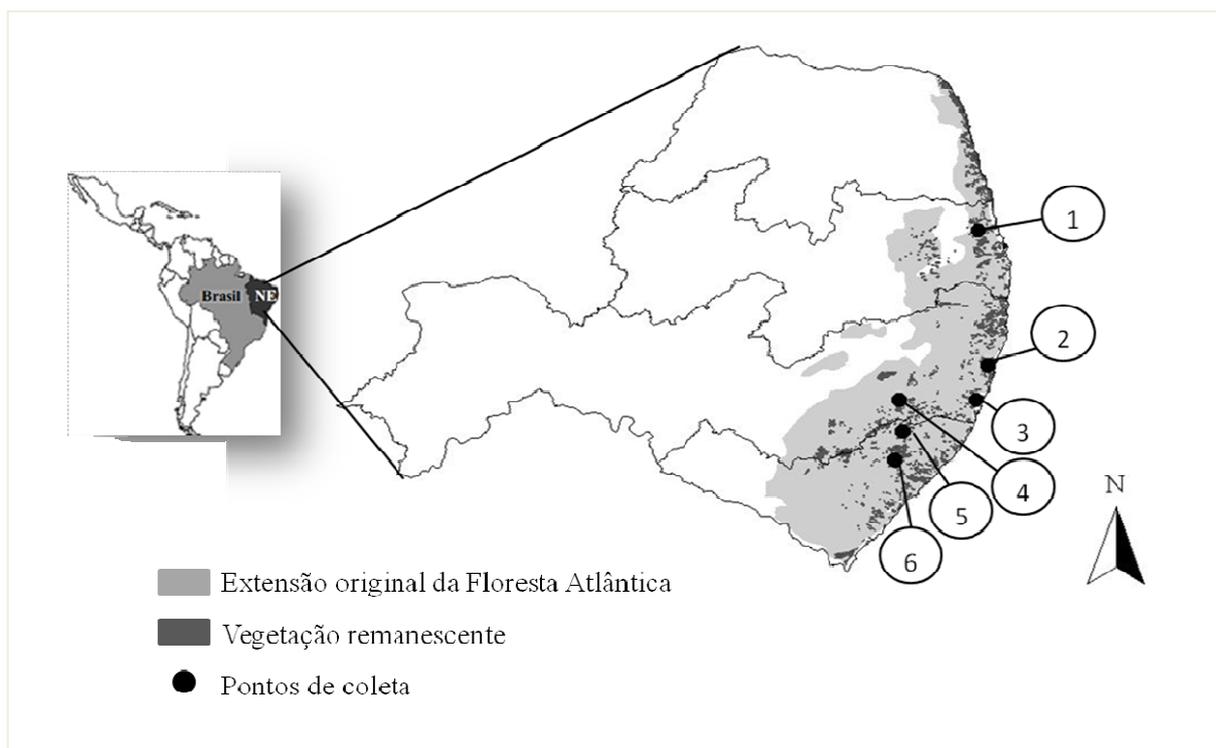


Figura 1. Localização da área de estudo, Corredor de biodiversidade Nordeste, nos municípios: 1 – Santa Rita (Paraíba); 2- Cabo de Santo Agostinho, 3 - Rio Formoso e 4 - Lagoa dos Gatos (Pernambuco), 5 - São José da Laje e 6 - Murici (Alagoas).

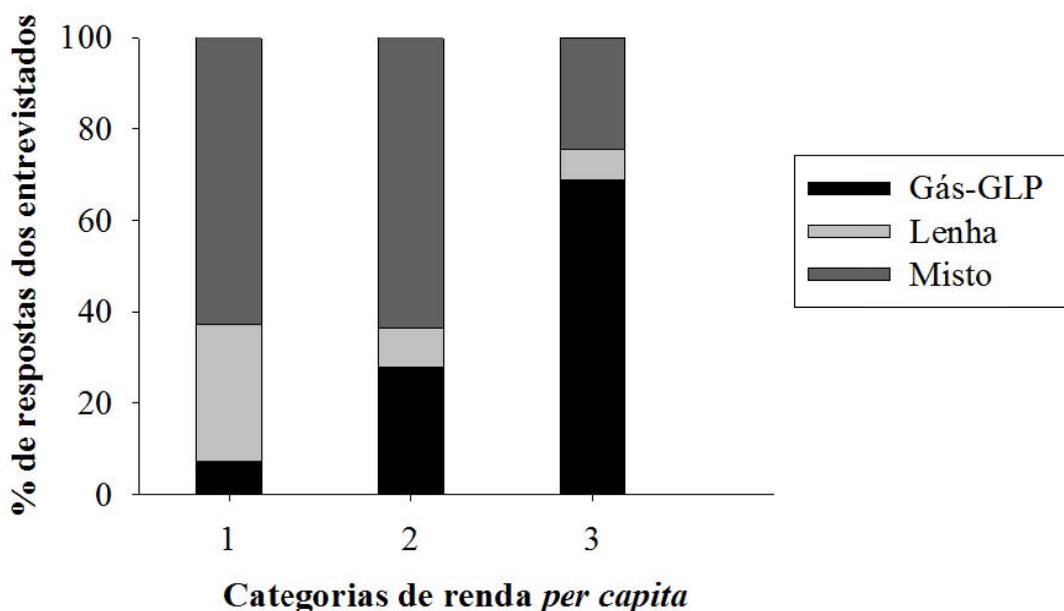


Figura 2. Tipo de uso de combustível em diferentes classes de renda onde 1 representa famílias que recebem até $\frac{1}{4}$ de salário mínimo *per capita* em reais (R\$), 2 representa até $\frac{1}{2}$

salário per capita e 3 acima de $\frac{1}{2}$, por famílias entrevistadas em 6 paisagens inseridas no Corredor de Biodiversidade Nordeste, Brasil.

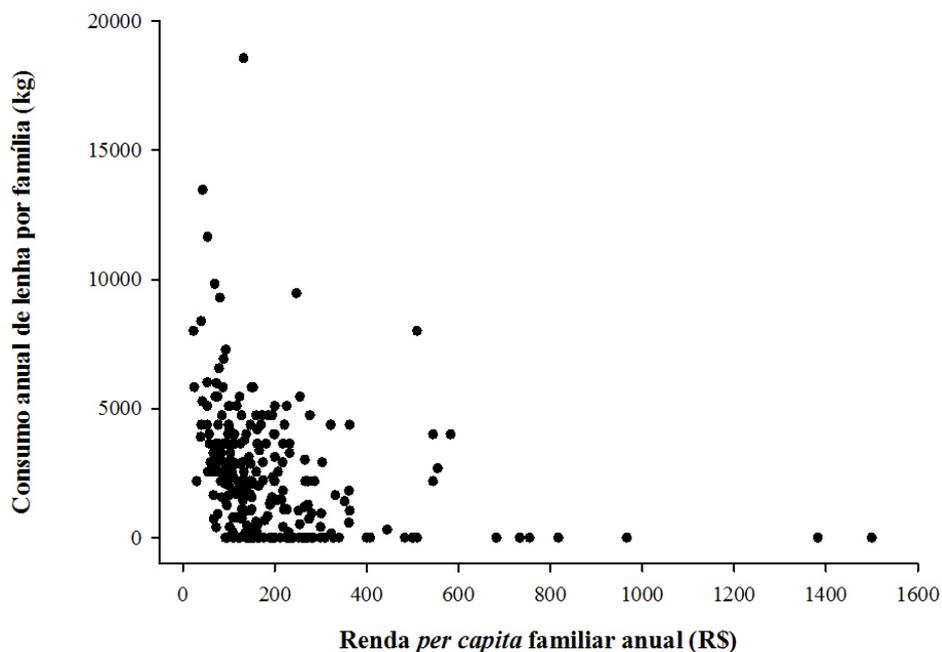
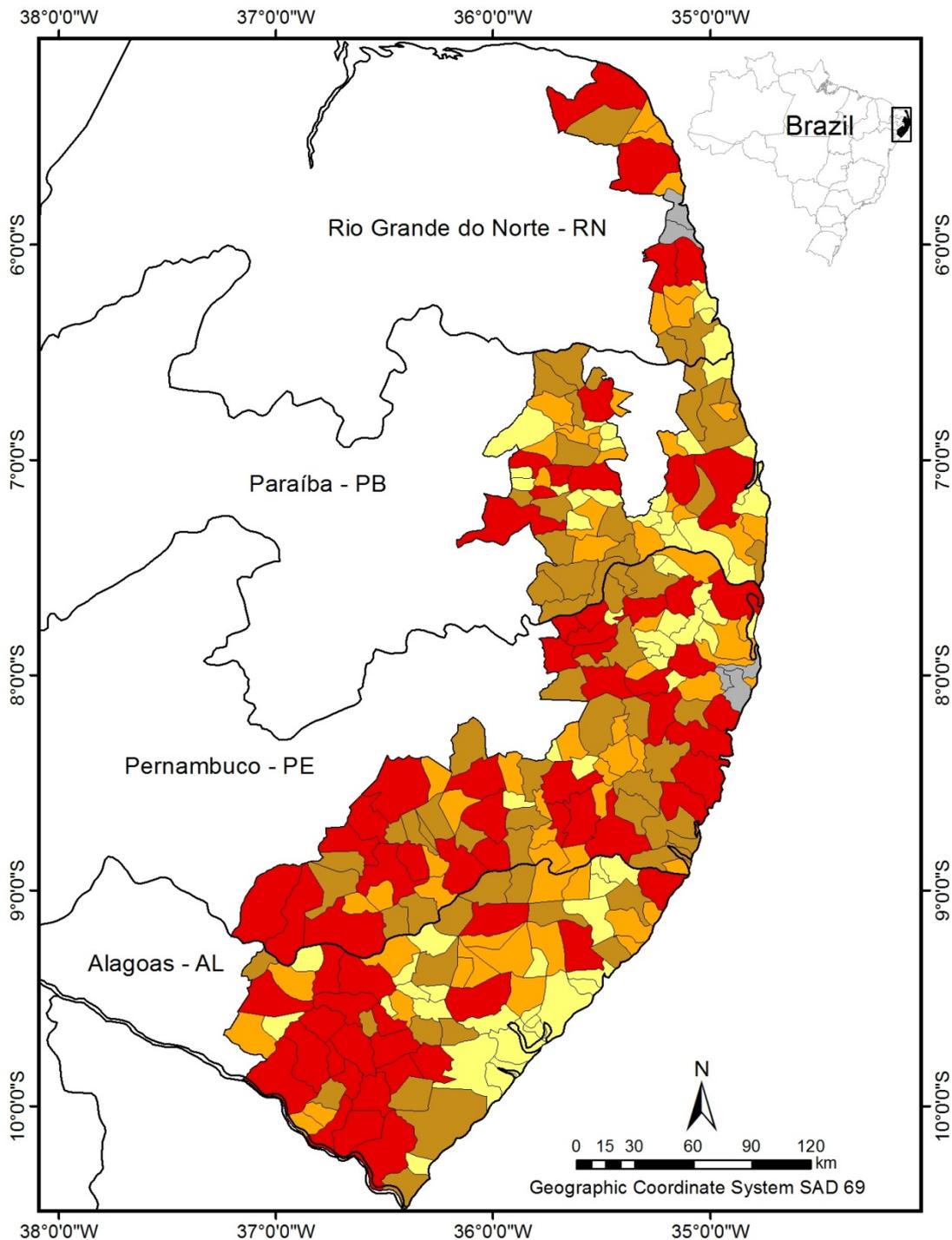


Figura 3. Relação entre consumo anual de lenha por famílias (kg) versus renda *per capita* anual (R\$). Dados obtidos através de entrevistas a famílias em seis paisagens inseridas no Corredor de Biodiversidade Nordeste, Brasil.

Figura 4. Mapa ilustrativo da quantidade de lenha consumida (em toneladas/ano) por municípios do Corredor de Biodiversidade Nordeste, nos estados, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas.



Annual fuelwood consumption by poor families (< 1/4 of Brazillian minimum wage per capita)

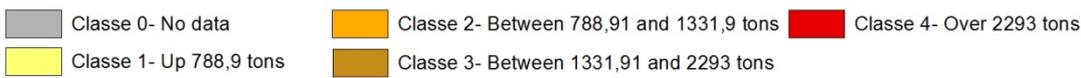


Figura 5. Mapa ilustrativo da sustentabilidade do uso de lenha pela retirada da biomassa floresta por populações rurais dos municípios do Corredor de Biodiversidade Nordeste, nos estados, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas.

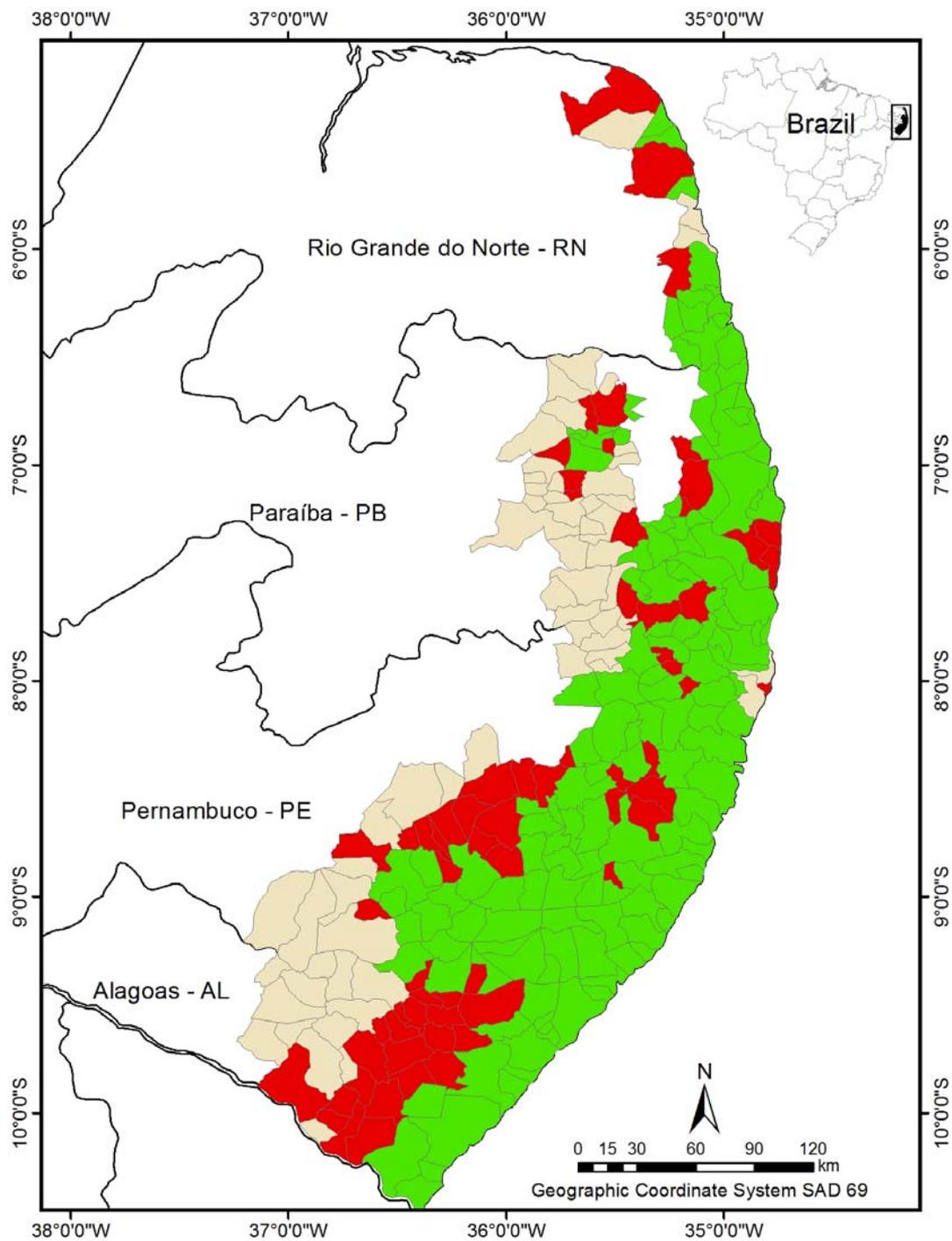


Tabela 1. Valores descritivos do consumo anual de lenha per capita por 270 entrevistados da zona rural de seis paisagens rurais inseridas no Centro de Endemismo Pernambuco, nordeste do Brasil.

Valores descritivos do Consumo de lenha anual per capita (kg)	Categoria de renda per capita		
	1	2	3
Número de entrevistas	97	121	52
Média	582,212	430,034	445,526
Desvio Padrão	622,447	443,987	764,163
Valor máximo	4032	2184	3696
Valor mínimo	0	0	0
Mediana	450	308,571	0
Variância	387441	197124	583946
Soma	56474,6	52034,2	23167,4

Tabela 2. Lista de espécies citadas como consumidas por 207 entrevistados da zona rural de 6 paisagens rurais inseridas no Centro de Endemismo Pernambuco, nordeste do Brasil.

Nome científico	Família	Nome popular	% das citações
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Malpighiaceae	murici/murici-pitanga	16,0
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl	Anacardiaceae	cupiúba	8,2
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Sapindaceae	caboatã-de-rego	5,4
	Fabaceae -		
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth	Mimosoideae	sabiá/espinoeiro	3,7
	Fabaceae -		
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Papilionoideae	sucupira/sicupira	3,6
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers	Lecythidaceae	embiriba	3,5
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	Anacardiaceae	caboatã-de-leite	3,5
<i>Cupania revoluta</i> Radlk.	Sapindaceae	Caboatã-de-leite	3,3
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	Araliaceae	Sambaquim	3,3
<i>Vockysia oblongifolia</i> Warm.	Vockysiaceae	Louro morredor	3,3
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Myrtaceae	Azeitona	2,8
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	goiabeira	2,6
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Hypericaceae	Lacre	2,6
	Fabaceae -		
<i>Inga</i> sp Mill.	Mimosoideae	Ingá	2,5
	Myrtaceae	prupuna/murta-da-folha	
<i>Myrcia silvatica</i> (G.Mey.) DC.		pequena	2,5
<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	Louro	2,2
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	Fabaceae -		
	Mimosoideae	favinha\tambor	2,0
<i>Miconia hypoleuca</i> (Benth.) Triana	Melastomataceae	Carrasco	1,9
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Urticaceae	Capeira\Embaúba	1,8
	Fabaceae -		
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Mimosoideae	Amarelo	1,8
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	Cajueiro	1,4
<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	mangueira	1,4
<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae	Eucalipto	1,3
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	Melastomataceae	brasa apagada	1,2
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Moraceae	Jaqueira	0,8
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Euphorbiaceae	Marmeleiro	0,8
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Euphorbiaceae	sete capas	0,8
<i>Erythroxylum mucronatum</i> Benth.	Erythroxylaceae	Cafezinho	0,6
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	Mutamba	0,6
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	amescla-de-cheiro	0,6
	Fabaceae -		
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	Caesalpinioideae	Jitai	0,5
<i>Banara guianensis</i> Aubl.	Salicaceae	Rama-branca	0,5
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Moraceae	quiri	0,5
<i>Citrus X aurantium</i> L.	Rutaceae	Laranjeira	0,5
<i>Mabea occidentalis</i> Benth	Euphorbiaceae	Candeeiro	0,5
<i>Miconia calvescens</i> D.C	Melastomataceae	guaramondé	0,5

Continuação da tabela 1.

Nome científico	Família	Nome popular	% das citações
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae	praíba	0,5
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	Salicaceae	cafezinho	0,4
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Verbenaceae	salgueiro	0,4
<i>Henrietta succosa</i> (Aubl.) DC.	Melastomataceae	carrasco preto/manipueira	0,4
Indeterminado 1.b		louro\louro (não-babão)	0,4
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth	Euphorbiaceae	coção	0,4
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Myrtaceae	araçá	0,4
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	Sapindaceae	Pitomba	0,4
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	Annonaceae	embira vermelha	0,4
<i>Aegiphila pernambucensis</i> Moldenke	Lamiaceae	pau-mole	0,3
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O. Berg) Mattos	Myrtaceae	guabiraba	0,3
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	Clusiaceae	porococa/ureia de burro	0,3
<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae	Coité	0,3
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	Apocynaceae	banana-de-papagaio	0,3
<i>Cupania</i> sp.	Sapindaceae	Caboatã	0,2
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Fabaceae - Caesalpinioideae	pau-ferro	0,2
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae - Mimosoideae	Tambor	0,2
<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	gameleiro	0,2
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Nyctaginaceae	pau piranha/pau mole	0,2
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae	mangabeira	0,2
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Fabaceae - Papilionoideae	chifre-de-Bode	0,2
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Urticaceae	prupuna	0,2
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	aroeira	0,2
<i>Swartzia</i> sp. Schreb.	Fabaceae - Papilionoideae	jacarandá	0,2
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	Myrtaceae	jambo roxo	0,2
<i>Tovomita mangle</i> G. Mariz	Clusiaceae	mangue/jaca braba	0,2
<i>Acrocomia intumescens</i> Drude	Arecaceae	macaíba	0,1
<i>Aspidosperma discolor</i> A. DC.	Apocynaceae	pau-falho	0,1
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Anacardiaceae	gonçalo	0,1
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae	conduru	0,1
<i>Caraipa densifolia</i> Mart	Clusiaceae	camaçari	0,1
<i>Casearia luetzelburgii</i> Sleumer	Salicaceae	pau vidro	0,1
<i>Centrolobium microchaete</i> (Mart. ex Benth.) H.C.Lima	Fabaceae - Papilionoideae	pitimijú	0,1
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	limoeiro	0,1
<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	Clusiaceae	bacupari	0,1
Indeterminado 1.a	Lauraceae	louro branco/cambraia	0,2
Indeterminado 1.b	Indeterminada	louro	0,1
Indeterminado 3.a	Indeterminada	inga (vargem grande)	0,1
Indeterminado 3.b	Indeterminada	ingá-do-mato	0,1
Indeterminado 4	Indeterminada	araçá da mata	0,2
Indeterminado 6	Indeterminada	carne-de-vaca	0,1
Indeterminado 7	Indeterminada	costela-de-vaca	0,1

Continuação da Tabela 1.

Nome científico	Família	Nome popular	% das citações
Indeterminado 8	Indeterminada	salgueiro	0,1
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Fabaceae - Mimosoideae	inga (vargem pequena)	0,1
<i>Inga vera</i> Willd.	Fabaceae - Mimosoideae	inga branco	0,1
<i>Luetzelburgia auriculata</i> Duck	Fabaceae - Papilionoideae	ripa	0,1
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	Melastomataceae	sabiazeira	0,1
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	piranha	0,1
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	Fabaceae - Mimosoideae	visgueiro	0,1
<i>Pouteria bangii</i> (Rusby) T.D. Penn.	Sapotaceae	leiteiro	0,1
<i>Protium giganteum</i> Engl.	Burseraceae	amescla uaba	0,1
<i>Tachigali densiflora</i> (Benth.)	Fabaceae - Caesalpinioideae	ingá-porco	0,1
<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	coração-de-nego	0,1
<i>Zollernia paraensis</i> Huber	Fabaceae - Papilionoideae	pau-santo	0,1

Conclusões gerais

Nosso trabalho sugere que existe um grande número de famílias habitantes rurais dos municípios que compõem o Corredor de Biodiversidade Nordeste que possuem características que as tornam susceptíveis a utilizarem lenha como combustível doméstico. A maior parte da lenha consumida por esta população é retirada dos fragmentos florestais remanescentes. Detectamos que o corte seletivo de árvores numa porção de Floresta Atlântica, embora não tenha causado efeitos na composição de espécies vegetais, foi responsável por modificações estruturais. Entretanto existem fortes evidências que o uso de lenha possa ser um fator de retroalimentação das espécies proliferantes responsáveis pela homogeneização biótica da flora da Floresta Atlântica desta região. Somado a isso, identificamos que existem 69 municípios extremamente vulneráveis a perderem suas seus remanescentes florestais em curto prazo devido a taxa de consumo de lenha ser superior a taxa de reposição florestal. Além disso, elucidamos que existe uma faixa de renda onde se encontram as famílias de mais baixo poder

aquisitivo, e assim traçamos um perfil dos consumidores de lenha na região. São famílias de baixa renda, de renda *per capita* até $\frac{1}{4}$ de salário mínimo, que utilizam lenha em detrimento do gás por questões de economia no orçamento familiar, porém almejam cozinhar com gás devido à praticidade e aos efeitos secundários da fumaça da lenha para a saúde. Desta forma, a problemática do uso de lenha por populações rurais no nordeste do Brasil, é de fato muito complexa e da forma como se encontra atualmente merece atenção dos tomadores de decisão. Assim, este trabalho oferece suporte para ações direcionadas de cunho conservacionista e social em escala municipal e regional.

Anexos

Anexo 1. Entrevista semiestruturada aplicada aos entrevistados do segundo capítulo.

Entrevista N° _____ Data: ___/___/___ Entrevistador: _____

Nome do(s) entrevistado(s): _____

Local: Usina _____ Vila: _____ Casa pertencente à usina Assentamento _____ Outros _____ Terreno particular _____ (ha mata) _____ (ha total)

Coordenadas: _____ Estado/Cidade _____

1. Quantas pessoas moram em sua residência? _____

Sexo masculino	
	0 – 17 anos
	18 – 64 anos
	> 65 anos

Sexo feminino	
	0– 17 anos
	18 – 64 anos
	> 65 anos

2. Qual a renda mensal da família? _____

Salário _____ Bolsa família _____ Aposentadoria _____ Renda extra _____

3. Quais materiais são utilizados para cozinhar na sua residência?

Combustível	Estação seca	Estação chuvosa
Lenha		
Gás		
Carvão		
Bagaço		
Outros		

(Número de dias por semana que o combustível é utilizado)

4. Quanto tempo dura um botijão de gás em sua residência (meses)? _____

5. Como a senhora obtém o gás? Entregam em domicílio Saio para comprar

6. Quantas vezes no dia a Sra. usa o fogão à lenha? (estimar duração) _____

7. Localização do fogão: Dentro de casa Fora de casa8. Tipo de fogão a lenha: _____ Câmara de combustão Exaustor9. **Peso diário** de lenha utilizado na residência _____10. Origem da lenha: Mata Comprada R\$ _____ Reflorestamento Outros _____11. O sr escolhe a lenha que: Tem mais na mata ou a que gosta mais as duas coisas

12. Quantas pessoas podem coletar lenha em sua casa? _____

13. O Sr(a) usa galhos (G) ou troncos (T) como lenha? _____

14. Qual desses tamanhos se parece mais ao tronco da lenha que você utiliza? (Códigos: 1= 2,5; 2=5; 3=10; 4= 15cm; >4=>15 cm de diâmetro)

 1 2 3 4 > 4

Notas pessoais _____

Anexo 3. Fotos tomadas durante o trabalho de campo



Árvore retirada por corte seletivo na mata de Coimbra, Usina Serra Grande, AL. Foto: J. Specht 2011



Foto retirada com lente hemisférica, evidenciando clareira por corte seletivo mata de Coimbra, Usina Serra Grande, AL. Foto: M. Mendes 2011



Evidência de trilha para retirada de lenha à cavalo à esquerda (E) e à direita (D) coleta de plântulas em tratamento onde houve corte seletivo, na mata de Coimbra, Usina Serra Grande, Al. Foto: J. Specht e I. Oliveira 2011.



Exemplo de fogão tradicional utilizado na região à esquerda e coleta de lenha por entrevistado utilizando cavalo à direita. Fotos: J. Specht 2011



Pesagem de lenha e averiguação das espécies presentes no estoque em residência em Murici, Al (E) e estoque de lenha relativamente grande em uma residência na Usina Serra Grande, AL.



Equipe se preparando para entrevistar família (E) e aplicação de entrevista semiestruturada (D) em Murici, AL.