

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ESTRADAS VICINAIS NA AMAZÔNIA

Jussara Socorro Cury Maciel

Doutoranda em Engenharia de Transportes – COPPE/UFRJ & UFAM
Professora do Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas– CEFET/AM

Márcio Siqueira Santos

PhD em Engenharia de Transportes
Professor do Programa de Engenharia de Transportes – PET/COPPE/UFRJ

RESUMO

Muitos estudos questionam a implantação de estradas vicinais, principalmente quando tais estradas são estabelecidas na Amazônia. É fato que as estradas vicinais não oficiais construídas por madeireiras e pecuaristas contribuíram para o aceleramento do desmatamento e da comercialização ilegal de madeira. Dentre os aspectos positivos das estradas vicinais está o atendimento às demandas locais e baixo custo de construção, transporte barato para os mercados agrícolas, além do acesso às facilidades de educação, saúde e maior variedade de bens de consumo. No desenvolvimento deste artigo, foram adotadas matrizes de incidência de impactos e sistemas dinâmicos, utilizando referências bibliográficas e levantamento de dados relacionados às estradas vicinais do presente estudo. Percebe-se que as estradas vicinais na Amazônia possuem particularidades quanto ao tipo, governança, características ambientais, produção escoada, acessibilidade, condições sociais da população e motivação de ampliação ou manutenção. O artigo conclui que, analisando as atividades isoladamente, as estradas vicinais causam menos impactos ambientais que a agricultura, pecuária e mineração, além do mais as localidades com vicinais, que apresentam política pública, possuem produção agrícola consolidada. Contudo, em uma análise preliminar, os impactos negativos (ambientais) das estradas vicinais receberam uma maior pontuação que os impactos positivos (sociais e econômicos).

ABSTRACT

Many studies query about the implantation of rural roads, mainly when that roads are established in Amazon. In fact the non official roads, made by wood and cattle employers, contributed to the acceleration of degradation and wood illegal commercialization. Among the positive aspects of rural roads are the attempt to the local demand and low cost of construction, cheap transport to and from agricultural markets, besides the access to the education and health facilities, and consumer goods. In this article was adopted impact incidence matrix and dynamic system, using bibliographic reference and local data search related to the rural roads from this study. The rural roads have some differences related to the type, governance, environmental characteristic, production drained, accessibility, social condition offered to the population and construction motivation. The article concludes that, if isolating the activities, the rural roads cause less impact than agriculture, cattle and mining, moreover, the places with rural roads, associated to the public policy, presents agriculture production consolidated. However, in a first analyze, the negative impacts (environmental) of rural roads have received a bigger punctuation than the positive impacts (social and economic).

1. INTRODUÇÃO

As estradas vicinais de terra, também chamadas de estradas rurais ou agrovias, são vias locais, geralmente municipais, podem ser pavimentadas ou não, possuem pista única, tráfego reduzido e um padrão modesto de acabamento. Destinam-se a canalizar a produção para pólos com maior estrutura para armazenagem e comercialização.

A importância das vicinais nas áreas rurais da Amazônia está além do escoamento da produção e suprimento das cidades e comunidades locais. As vicinais possuem uma relevante função social, uma vez que proporcionam condições de acesso mais adequadas para as populações dessas áreas,

bem como oportunizam perspectivas de desenvolvimento econômico, por meio da conexão com outros meios de transporte.

A preocupação ambiental relacionada à implantação de estradas representa um questionamento quanto ao direcionamento dado às políticas de desenvolvimento e integração da Amazônia, que geralmente, tendem separar a viabilidade ambiental da viabilidade econômica na implantação de projetos rodoviários, visto que, tais projetos, normalmente, incentivam o desmatamento, a migração para o entorno e a implantação de atividades econômicas diversificadas, mas que pouco contribuem para o desenvolvimento sustentável das comunidades envolvidas.

Entretanto, ao generalizar todo o tipo de implantação de projeto rodoviário, como se todas as estradas estimulassem somente a degradação ambiental, também é questionável. No Estado do Amazonas, há locais no interior com restrição de acesso e que dependem quase que exclusivamente do transporte fluvial, ocorrendo uma eventualidade, como a seca de 2005, tais regiões tornam-se ainda mais isoladas. Neste evento, as comunidades que conseguiram salvar parte de sua produção, foram aquelas, situadas próximos a estradas vicinais.

Desta forma, este estudo identificou especificidades quanto à implantação de estradas vicinais no estado do Amazonas. Há as estradas implantadas pelo município, ou em consórcio com o governo do estado ou com os empresários locais. E também, há as estradas estabelecidas de forma ilegal, construídas com objetivo de conexão para a pecuária, garimpo e extração madeireira, que são posteriormente incorporadas pelo município.

2. MÉTODOS

No incremento da presente pesquisa, foram adotadas técnicas de consultas bibliográficas, voltadas para o tema de sistemas de transporte, em especial as estradas vicinais, relacionadas à questão ambiental, acessibilidade e contribuição para economia do Estado do Amazonas. Assim, este estudo, inicialmente, contou com duas etapas para compor o diagnóstico ambiental das estradas vicinais no Amazonas.

Primeiramente, para esta pesquisa, foi realizado o levantamento bibliográfico, oriundo de publicações e artigos científicos relacionados aos impactos ambientais vinculados às atividades em desenvolvimento na Amazônia, tais como: implantação de estradas, mineração, agricultura e pecuária. Por meio dos impactos levantados, foram elaboradas matrizes de incidência de impactos com alta significância, em relação aos meios físicos, bióticos e antrópico, adaptadas do modelo de Leopold *apud* Tommasi (1994), conforme Quadros 1, 2, 3 e 4.

Ao utilizar os referidos quadros, observou-se que os impactos ambientais causados pela construção de estradas incidem numa escala menor com 21 pontos do que as atividades de mineração com 35 pontos, seguida da agricultura com 48 e a pecuária com 51 pontos de incidência de impactos ambientais. A atividade da pecuária, por meio da análise das matrizes de Leopold, foi a atividade que reflete maior impacto, contudo, a pergunta que permanece é se existe pecuária sem estrada?

Quadro 1 - Impactos Ambientais da agricultura. Elaborado pela autora, adaptado de McGrath e Diaz (2006).

ATIVIDADES	Impactos Ambientais								
	meio físico						meio biótico		meio antrópico
	solo			ar	água				
Agricultura (Total)	retirada da camada vegetal/ desmatamento	queimadas	modificação das características biogeoquímicas	pulverização	antecipação do período de cheias nos rios da região	tendência para enchentes cada vez maiores	impacto nas áreas de florestas	afeta a reprodução de espécies	exposição do aplicador
	diminuição da quantidade de nitratos	diminuição da quantidade de carbono	afeta o potencial agrônomo amazônico		aumento do volume de água dos rios	redução da evapotranspiração	degradação biológica	absorção por organismos	exposição pela dieta
	lixiviação ou percolação de substâncias	interferência na quantidade de matéria orgânica	poluição do solo (solubilidade do pesticida, descarte de embalagem)		afeta a estrutura, reprodução e a composição de espécies aquáticas	assoreamento dos rios causado pelo aumento da taxa de erosão	inibe a ação de vários micronutrientes necessários às plantas	eutrofização ocasionada pelo excesso de nitrogênio e fosfato	dificuldade de navegação especialmente na seca
	maior exposição do solo (raios solares e chuva)	aplicação de calcário visando neutralizar sua acidez	alterações na taxa de escoamento da chuva pelo solo		maior volume de sedimentos transportados pelos rios	aumento da turbidez que reduz a produção primária	exposição do habitat terrestre	afeta a cadeia alimentar	
	degradação acelerada do solo	modifica as condições físicas e topográficas	dificulta o desenvolvimento de raízes		incorporação de nitrato pelo lençol freático e curso d'água	morte de peixes e outros seres da biota aquática	afeta o clima regional	diminui a quantidade de microorganismos	
	encharcamento da terra na época da chuva	intensificação da erosão	dificulta a infiltração da água		altera as características biogeoquímicas da água	altera o volume de sedimentos nos cursos d'água	diminui a qualidade biológica do vegetal		
					altera a qualidade da água	poluição do curso d'água			
					leva mudanças no volume e na distribuição temporal da precipitação, contribuindo para um clima mais seco				
48	18			1	15		11		3

Quadro 2 - Impactos Ambientais da pecuária. Elaborado pela autora, adaptado de Abdon (2004).

ATIVIDADE	Impactos Ambientais							
	meio físico					meio biótico		meio antrópico
	solo		ar	água				
Pecuária (Total)	Produção de lixo	Poluição do solo	Aumento da temperatura ao nível do solo	Emissão de ruídos	Emissão de efluentes sólidos e líquidos	Caça e afastamento das espécies de fauna	Redução da atividade microbiológica	Contratação de mão-de-obra e aumento de receitas
	Diminuição da umidade do solo	Diminuição da fertilidade do solo	Redução da capacidade infiltração	Aumento da evapotranspiração	Aumento da oferta de água superficial	Redução do fornecimento de matéria orgânica	Perda de habitats naturais	Geração de empregos e aumento de renda
	Redução da capacidade de retenção de água	Aumento do escoamento superficial	Aumento da susceptibilidade à erosão	Alteração no equilíbrio térmico		Perda de biodiversidade local	Redução das áreas de abrigo, nidificação e alimentação	Manutenção de bens de consumo
	Pulverização das camadas superficiais	Perda da camada fértil do solo	Compactação do solo	Emissão de gases da combustão e poeiras na atmosfera		Migração de espécies	Aumento da densidade da fauna nos fragmentos restantes	Geração de empregos e aumento de renda
	Eliminação da camada orgânica do solo	Aumento de fósforo no solo	Aumento do aproveitamento da área efetiva	Emissão de partículas sólidas		Construção de cercas dificulta o livre trânsito da fauna	Morte da microfauna na camada superficial do solo	Aumento da arrecadação municipal e estadual
	Desestruturação do solo	Exposição das camadas mais profundas	Aumento da infiltração de água no solo arado	Aumento da incidência de ventos		Aumento de matéria orgânica em locais de concentração animal	Resíduos tóxicos com o controle de ectoparasitos	
	Reposição da matéria orgânica	Sobrepastoreio do gado e erosão	Construção de estradas mal localizadas	Emissão de gases		Alteração das condições microclimáticas	Colocação de nutrientes em disponibilidade para assimilação vegetal (potássio)	
	Implantação de locais para alimentação e dessedentação			Uso do fogo e emissão de CO e CO2 e elementos traços em		Competição intra e interespecies		
	51	22		8		2	15	

Quadro 3 - Impactos Ambientais da mineração. Elaborado pela autora, adaptado de Farias (2002).

Atividade	Impactos Ambientais								
	meio físico						meio biótico	meio antrópico	
	solo			ar	água				
Mineração (Total)	Barragens de contenção de rejeito	Utilização inadequada de mercúrio na concentração do ouro	Rejeitos ricos em arsênico	Emissão de mercúrio na queima da amálgama	Contaminação das águas superficiais e subterrâneas pela drenagem ácida de antigos depósitos de rejeitos	Contaminação do lençol freático	Perdas de espécies flora	Conflitos com uso e ocupação do solo	Acidentes envolvendo trabalhador
	Barragens de contenção de rejeito	Uso futuro de terra comprometido	Áreas alagadas	Emissão de particulado	Aumento da turbidez	Poliuição das águas	Perdas de espécies fauna	Geração de Doenças de Pessoal	Danos à População
	Destruição da Mata Ciliar	Vibração	Perda de solo	Ruído	Poliuição das águas	Turbidez	Proliferação de vetores	Acidentes nas rodovias causados pelo transporte	
	Erosão	Assoreamento	Alagamentos	Queima da gipsita	Danos a margem dos rios			Baixa Qualidade de Vida	
	Danos ao patrimônio espeleológico	Desmatamento	Perda de floresta						
35	15			4	7		3	6	

Quadro 4 - Impactos Ambientais da implantação de estradas. Elaborado pela autora, adaptado de DNIT (2004).

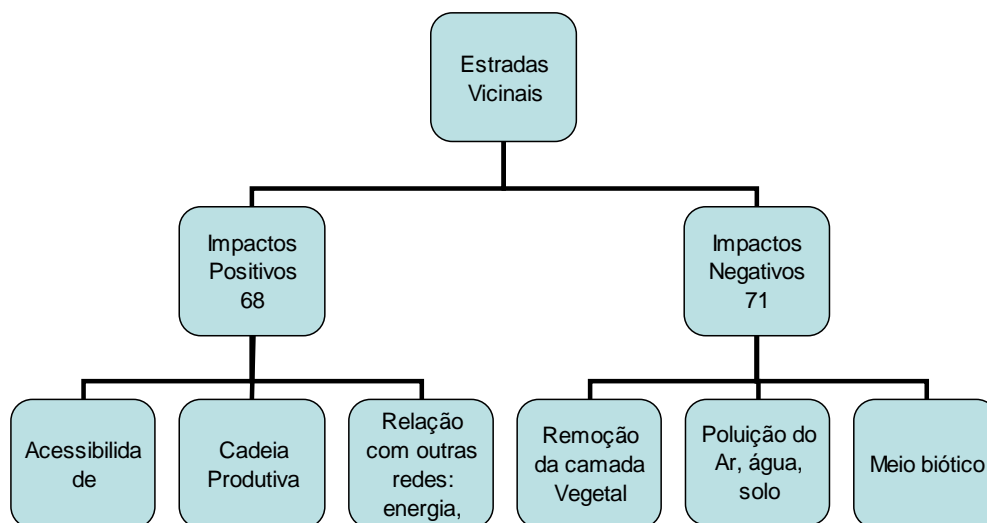
ATIVIDADES	Impactos Ambientais							
	meio físico					meio biótico	meio antrópico	
	solo			ar	água			
Estradas Vicinais (Total)	Erosão	Vibrações	Assoreamento	Poliuição do ar;	Poliuição da água superficial e subterrânea;	Focos de vetores nocivos;	Geração de doenças no pessoal	
	Queda do material transportado	Alagamentos	Rompimento de sistemas de drenagem;	Ruídos	Retenção de fluxo de águas superficiais;	Incêndios, proliferação de vetores;	Baixa qualidade de vida;	Danos à população.
	Degradação de áreas utilizadas com instalações provisórias;	Escorregamento	Bloqueio de Talvegue		Retenção de fluxo de águas superficiais.	Proliferação de insetos, assoreamentos de talvegues, retenção do fluxo de águas superficiais;	Acidentes envolvendo trabalhadores e transeuntes;	
21	9			2	3	3	4	

Neste sentido, procurou-se utilizar uma metodologia em que os sistemas, para este caso condições e atores, pudessem interagir entre eles. Então, para a quarta fase desta pesquisa, houve o estudo dos Sistemas Dinâmicos – *Dynamic System*, metodologia desenvolvida por Forrester *apud* Hjortha e Bagheria (2006), foi inicialmente aplicada nos sistemas industriais e de gerenciamento de negócios, sendo utilizada para expandir a diversidade dos problemas tanto para a melhoria da qualidade nas corporações e quanto para o planejamento de recursos.

Cloutier *apud* Wiazowski e Silva (1999), a metodologia de modelagem e simulação de Sistemas Dinâmicos envolve as seguintes etapas principais: a) construção de diagramas de influência representando os "mapas mentais" dos analistas e tomadores de decisão, os quais visam o entendimento explícito de um problema e a busca das relações entre os componentes da estrutura; b) especificação e desenvolvimento de modelos matemáticos, que visam formalizar as relações de

Em uma análise preliminar, por meio das perguntas e da pontuação apresentada, considerando os impactos demonstrados nos quadros n. 5, 6, 7 e 8, os impactos positivos totalizam 68 pontos contra 71 negativos (Figura 2).

Figura 2 – Organograma das estradas vicinais. Elaborado pela autora.



3. ESTRADAS VICINAIS NA AMAZÔNIA

Nunes (2003) descreve as estradas vicinais como estradas de terra, também denominadas de estradas rurais, agrovias ou ainda estradas municipais, de grande importância econômica e social para as comunidades rurais, representando grande parte da malha rodoviária brasileira.

Para Jacoby (1998), é importante mencionar outros benefícios das estradas rurais, além de um transporte barato para os mercados agrícolas, oportunizam o acesso às facilidades de educação, saúde e maior variedade de bens de consumo.

Moreira (2003) revela que as estradas não pavimentadas, embora consideradas de menor importância, compõem a grande totalidade de nossa malha viária, sendo utilizadas para o transporte de produtos, principalmente agropecuários para as plantas industriais e centros de distribuição no meio rural.

Contudo, Griebeler (2002) destaca a predominância das estradas não pavimentadas em relação às pavimentadas nos países em desenvolvimento, tendo em vista que grande parte de sua economia é baseada na produção e comercialização de produtos primários, sendo estes transportados principalmente neste tipo de via, como ilustra a Tabela 1.

Tabela 1: Extensão de rodovias pavimentadas e não pavimentadas por região do Brasil. Fonte: DNIT – Anuário Estatístico dos Transportes apud Griebeler (2002).

Região	Total	Pavimentadas		Não Pavimentadas	
		(km)	(%)	(km)	(%)
Norte	103,096	12,394	12,02	90,702	87,98
Centro-Oeste	227,825	20,814	9,14	207,011	90,86
Nordeste	405,390	45,232	11,16	360,158	88,84
Sul	476,122	32,364	6,80	443,758	93,20
Sudeste	512,496	54,184	10,57	458,312	89,43
Total	1.724,929	164,988	9,57	1.559,941	90,43

Segundo Guimarães e Uhl (1997) há dois modelos para o desenvolvimento de estradas na Amazônia Brasileira. O modelo dominante envolve a construção de um tronco de estradas que atravessam centenas ou até mesmo mil quilômetros de estradas, como por exemplo, Belém-Brasília e Transamazônica. Estas estradas foram construídas para encorajar a colonização, segurança das fronteiras e conexão de comunidades distantes. Tais estradas incentivaram a imersão de novas comunidades ao longo das áreas, como ilustra Figura 3. O segundo tipo de rede de estradas rurais é intensiva e envolve o aumento da densidade e qualidade das estradas em áreas já ocupadas por um número alto de comunidades, como também é apresentado na Figura 3.

Segundo Guimarães e Uhl (1997), o modelo intensivo de estradas desenvolvido pode estimular a intensificação da agricultura de várias maneiras. A melhoria da qualidade e da densidade das estradas pode diminuir o custo do transporte, como por exemplo, na região de Bragantina os custos de frete são 50% mais baratos nas estradas de terra em boas condições, do que nas estradas de terra sem as mesmas condições. Além disso, os acessos mais adequados aos mercados devem estimular o aumento da produção e assim, devem aumentar a competitividade em relação aos fretes, neste sentido, reduzindo os custos. Finalmente, em áreas com maior densidade de agricultores, poderá haver uma cooperação de vizinhança para custos de produção e transportes, reduzindo, assim, as despesas de produção.

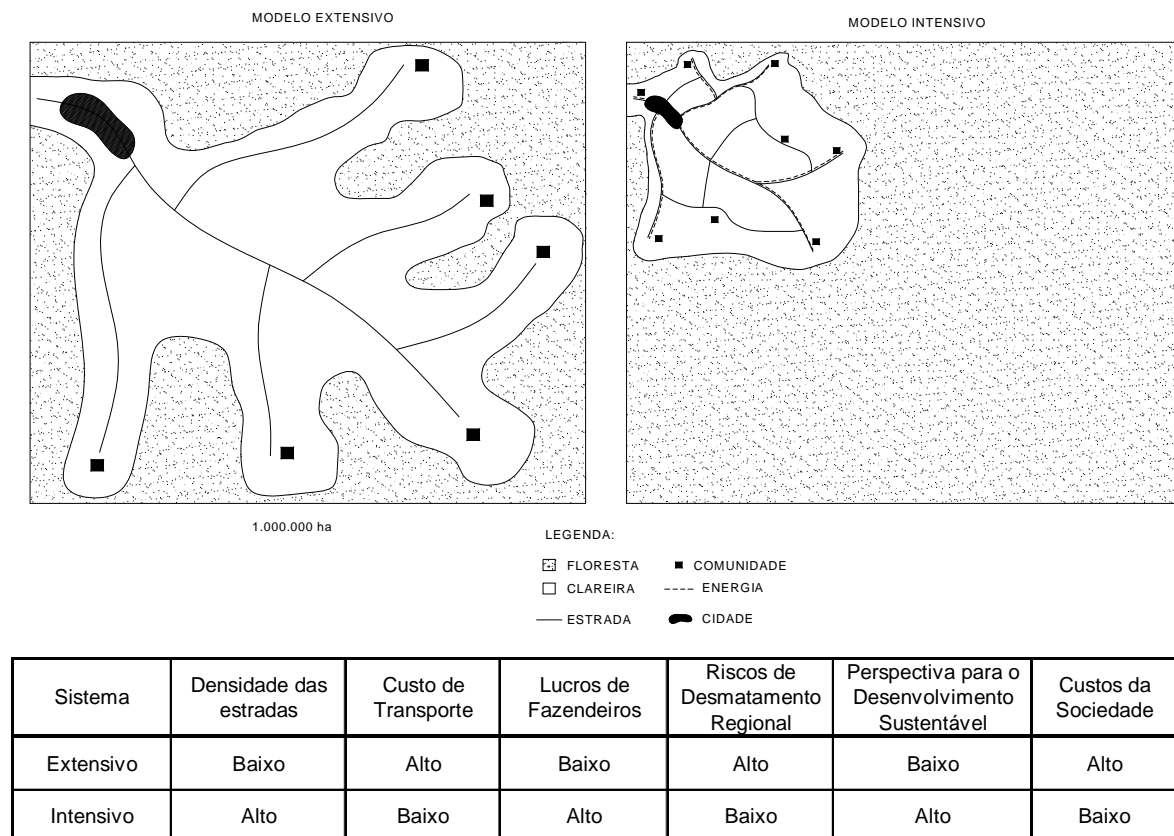
Por meio da Figura 3, Guimarães e Uhl (1997) comparam os dois modelos e apresentam dados relacionados à densidade das estradas, riscos de desmatamento regional e custo de transportes e da sociedade, sendo estes aspectos negativos, em que os sistemas intensivos geram baixo impactos se comparados aos sistemas extensivos.

Quanto às características ambientais, na região há a presença de dois principais sistemas, Várzea e Terra Firme. Segundo Junk *et al apud* Santos (2004) a várzea é a denominação ao terreno novo, formado pela deposição de sedimentos organo-minerais carregados pelos rios de águas brancas. Os ecossistemas de várzea ocupam 5 a 10% da bacia amazônica, estão geralmente situados nas áreas ao longo dos grandes rios e podem ter até 100 km de largura de área inundável.

As especificidades das estradas vicinais em área de várzea estão relacionadas à sazonalidade, pois durante um período do ano, elas estão alagadas, devido ao ciclo hidrológico da região. Outra característica é que grande parte dessas estradas não é pavimentada. Contudo, as populações

utilizam estas estradas mesmo nestas condições. Além da preocupação logística dos transportes para essas áreas, há também, a questão ambiental, uma vez que a várzea possui especificidades que necessitam ser preservadas, mas com a interferência das estradas, estas áreas são impactadas.

Figura 3 - Rede de transporte no Nordeste da Amazônia. As vantagens e desvantagens hipotéticas das redes de estradas extensivas versus intensivos no desenvolvimento regional. Fonte: Guimarães e Uhl (1997).



Já a Terra Firme cobre o restante, cerca de 90% da Amazônia, também possui grande variedade de espécies vegetais, sem predominância de uma sobre outra. Nestas áreas, desenvolvem-se agricultura itinerante, horticultura e pecuária (Serrão *et al apud* Santos, 2004). Estas áreas são, normalmente, as preferenciais para a implantação de caminhos, trilhas e vicinais, uma vez que não apresenta as dificuldades daquelas traçadas em área de várzea.

Outras especificidades são demonstradas, ainda, em relação às estradas legais e estradas ilegais. No Estado do Amazonas estas estradas são normalmente construídas e administradas pelos municípios, com algumas exceções como, por exemplo, da contribuição do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – Incra, por meio da implantação de assentamentos rurais, utilizando terras da União e regido pelo Estatuto da Terra – Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964. São estradas não-pavimentadas e com padrão técnico modesto.

Assim, por meio dos programas de assentamento, percebe-se que, as estradas referendadas por política pública possuem características diferenciadas, uma vez que estão apoiadas no Estatuto da Terra, em seu artigo 89, revela que os planos nacional e regional de Reforma Agrária incluirão, obrigatoriamente, as providências de valorização, relativas à eletrificação rural e a outras obras de melhoria de infra-estrutura, incluindo o sistema viário indispensável à realização do projeto.

Na Amazônia, ocorre uma irregularidade quanto às estradas vicinais, que é a presença de estradas ilegais ou estradas endógenas. São estradas construídas em terras públicas geralmente por agentes privados, sendo que as atividades relacionadas à extração madeireira e pecuária, possuem grande participação na abertura destas estradas, mas outros agentes como garimpeiros, agricultores e grileiros, também são beneficiários destas estradas.

De acordo com Souza Jr. (2004), as estradas endógenas, em quantidades significativas, estão sendo em abertas em áreas florestais, sem planejamento e sem autorização legal. Contudo, em alguns casos estas estradas são municipalizadas, em função do incremento na infra-estrutura local e traz benefícios socioeconômicos. Os autores destacam que, a abertura destas estradas sem controle contribui para exploração de madeireira predatória, grilagem de terra e surgimento de queimadas.

Perz e Souza Jr. (2005) afirmam que apesar dos efeitos ambientais negativos, as estradas não-oficiais construídas por madeireiros têm beneficiado a população local, seja por meio da geração de emprego no setor madeireiro ou do acesso a cidades vizinhas durante todo o ano, inclusive no período de chuva, quando boa parte das estradas fica intransitável. Por isso tais estradas são vistas pelos moradores como cruciais para a melhoria de sua condição de vida.

Perz e Souza Jr. (2005) ratificam que a ação dos Estados isolada não será suficiente, uma vez que as estradas não-oficiais são construídas por diferentes grupos e demandadas por comunidades em áreas de fronteira. O Estado precisa atender à demanda local por melhor infra-estrutura, sobretudo nas áreas mais povoadas ao longo das principais rodovias oficiais. Sem isso, haverá pouco apoio político para coibir a construção ilegal de estradas.

O Amazonas com 62 municípios, possui 6.200 km de estradas, dentre as quais, 4.495 km não são asfaltadas. Neste estudo serão analisadas algumas estradas vicinais dos municípios de Careiro da Várzea, Iranduba, Manacapuru, Autazes, Presidente Figueiredo, Lábrea e Apuí, conforme demonstrado no Mapa Geopolítico Estado do Amazonas – Figura 4. Os critérios para seleção, relacionados ao tipo, legal ou ilegal, quanto a natureza, se é de várzea ou terra, bem como o investimento para implantá-las. Assim, as áreas estudadas serão descritas para melhor apresentar tais especificidades.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As estradas vicinais são incorporadas ao sistema de transporte da Amazônia, e apesar da precariedade de algumas e ilegalidade de outras, contribuem não somente no escoamento da produção e suprimento das cidades e comunidades locais, bem como geram acessibilidade e mobilidade aos habitantes.

Devido aos constantes questionamentos envolvendo a preservação ambiental e a implantação de estradas, houve a motivação para a construção deste tema, uma vez que as estradas vicinais são diferentes em porte, extensão e função das demais rodovias, entretanto, na Amazônia, há uma carência de estudos relativos a implantação das vicinais, bem como dados comparativos. Neste sentido, faz-se necessário averiguar a viabilidade ambiental destas estradas relacionando-a com as demais condições.

Na primeira análise, foram comparados os impactos gerados nas principais atividades modificadoras na Amazônia, tais como: estradas, mineração, agricultura e pecuária, que segundo os quadros n. 5, 6, 7 e 8 apontam para a pecuária como a atividade com maior efeito sobre o meio ambiente, contudo, tal análise não pode ser realizada separadamente, assim se faz necessário a utilização de um método que relacione diferentes atividades e condições, como é o caso dos Sistemas Dinâmicos.

Foi elaborado um mapa preliminar (Figura 1), utilizando os conceitos do método de Sistemas Dinâmicos voltados para o tema, estradas vicinais, relacionando-os com as condições: ambientais, econômicas e sociais, traçando as curvas positivas e negativas para cada ramo gerado pelas referidas condições. Para a pontuação das curvas, foi utilizado um questionamento padrão de novos projetos, adaptado de um modelo de questionamento criado pelo “Urban Affairs Program, Boston University, Boston, Massachusetts”. Assim, por meio da pontuação dos efeitos sobre as condições ambientais, sociais e econômicas, foi revelado que os impactos negativos (ambientais) são superiores aos impactos positivos (sociais e econômicos).

Considerando, ainda, a questão ambiental relacionada à implantação de estradas, nota-se a ausência de governança, tanto de planejamento ambiental quanto de monitoramento e comando e controle, que contribui para a pontuação superior de impactos negativos. Evidencia-se que as autoridades locais devem adotar políticas de contenção dos danos causados por estas estradas e realizar um diagnóstico nas áreas quanto a demanda das comunidades para a abertura de novas vicinais, considerando o melhor traçado e posicionamento, a fim de evitar os impactos negativos de tais estradas.

Quanto à questão econômica, por meio do quadro n. 5, percebe-se que, para as estradas legais municipalizadas, há famílias de agricultores e produção agropecuária consolidada, o que não ocorre nas estradas ilegais. Já no âmbito social e de infra-estrutura, o panorama apresentado no quadro n.5 é que nas estradas legais há benfeitorias, tais como energia elétrica, escolas, postos de saúde, asfalto e manutenção da pavimentação, fato não observado nas estradas ilegais.

Nota-se a relevância estratégica da região Amazônica e das oportunidades econômicas desperdiçadas em função da infra-estrutura de transportes, bem como da carência de políticas públicas para o setor. Contudo, estudos são necessários a fim de caracterizar a viabilidade das estradas vicinais, não apenas induzindo a implantação destas, mas apresentando dados que favoreçam a adoção do sistema bi-modal, ou que impeçam a interligação dos modais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas– CEFET/AM e a Universidade Federal do Amazonas - UFAM pelo apoio na divulgação deste trabalho no evento da Anpet 2007.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdon, M. de M. (2004). *Os impactos ambientais no meio físico – erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária*. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. 297p.
- BRASIL (1964) Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964. Estatuto da Terra. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4504.htm Acesso em 22 de agosto de 2005.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA EM TRANSPORTE – DNIT (2004). Manual de Gestão Ambiental de Estradas. Colaboradores: Vitor Bellia; Ângela Parente; Ricardo Ribeiro Dias; Laís A. Menezes; Claudio C. F. Delorenci. Dezembro de 2004. 138p. Disponível em www.dnit.gov.br. Acesso em 20 de novembro de 2006.
- Escobal; Ponce (2002). THE BENEFITS OF RURAL ROADS: Enhancing Income Opportunities for the Rural Poor. Disponível em www.nip-lac.org/docs_meeting2002/Escobal-Rural%20Roads%20June.pdf. Acesso em 15.12.05.
- Farias, C. E. G. (2002) Mineração e Meio Ambiente no Brasil. Relatório preparado para o CGEE/ PNUD. Disponível em http://www.cgee.org.br/arquivos/estudo011_02.pdf. Acesso em 01 de junho de 2006.
- Griebeler, N. P. (2002) *Modelo para o dimensionamento de redes de drenagem e de bacias de acumulação de água em estradas não pavimentadas*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 134 p.
- Guimarães, A. L.; Uhl, C. (1997). Rural Tranaport in Eastern Amazônia: Limitations, Options and Opportunities. In: Journal of Rural Studies. Vol. 13 No 44. 429-440pp.
- Hjortha, P; Bagheria, P. (2006) Navigating towards sustainable development: A system dynamics approach. In: Science Direct. Elsevier. Future 38 (2006) 74-92. 19p.
- Jacoby, H. G. (1998). Access to Markets and the Benefits of Rural Roads: A Nonparametric Approach. The World Bank. Washington DC. 30p.
- McGrath, D. G; Diaz, M. C. V. Diaz. (2006) Soja na Amazônia: impactos ambientais e estratégias de mitigação. Ciência e Ambiente 32. Junho de 2006. 15p. Disponível em http://www.whrc.org/resources/published_literature/pdf/McGrathetalCiencaAmbien.06.pdf. Acesso em 5 de maio de 2007.
- Moreira, F. E. B. (2003). Um modelo de Avaliação da Evolução Geométrica das Patologias em vias não pavimentadas: Aplicação ao caso do município de Aquirraz-CE. Dissertação de mestrado em engenharia de transportes. Fortaleza, 2003. 176p.
- Perz, S.G; Souza Jr, C. (2005). O dilema das estradas não-oficiais na Amazônia. In: *Ciência Hoje*. Vol 37 nº222. Dezembro de 2005. 56-58p.
- Santos, M. J. C. (2004) *Viabilidade Econômica em Sistemas Agroflorestais nos Ecossistemas de Terra Firme e Várzea no Estado do Amazonas: Um estudo de casos*. Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, S.P., 142p.
- Souza Jr, C; Brandão Jr., A; Anderson, A; Veríssimo, A. (2004) Avanço das estradas endógenas na Amazônia. In: *Amazônia em Foco*. Imazon. Nº01 Agosto de 2004.
- Tommasi, L. R. Estudo de Impacto Ambiental. São Paulo: Cetesb: Terragraph Artes e Informática, 1993. 354p.
- Wiazowski, B. A; Silva, C. A. B. (1999). Coordenação de Cadeias Produtivas: Uma Aplicação de Sistemas Dinâmicos ao Agronegócio da Carne Bovina. AGROSOFT 99 II - Congresso da SBI-Agro. Disponível em <http://www.agrosoft.org.br/trabalhos/ag99/artigo13.htm>. Acesso em maio de 2007.