

# **UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DINÂMICOS PARA ANALISAR A VIABILIDADE AMBIENTAL DE ESTRADAS VICINAIS NA AMAZÔNIA**

**Jussara Socorro Cury Maciel**

Doutora em Engenharia de Transportes – COPPE/UFRJ

Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM

**Márcio Peixoto de Sequeira Santos**

PhD em Engenharia de Transportes

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

## **RESUMO**

A utilização de programas de simulação, a exemplo dos sistemas dinâmicos, está sendo cada vez mais difundida no meio científico e nas empresas. Por meio de consulta bibliográfica percebeu-se que sistemas dinâmicos podem ser utilizados para analisar as questões ambientais pertinentes a situações atuais e futuras. Neste sentido, este estudo procurou avaliar a viabilidade de estradas vicinais na Amazônia por meio das relações e fluxos integrados na forma de um sistema dinâmico. As estradas vicinais possuem grande importância para as populações que vivem, trabalham e interagem na Amazônia, contudo, muitas pesquisas relacionam a implantação de estradas com o crescente índice de desmatamento da região, por esta razão, o referido estudo apresenta informações e análises relacionadas a estradas vicinais no Estado do Amazonas, considerando diferentes tipos de estradas, localizações, extensões e características sócio-econômicas. A aplicação da simulação gerou o mapa de fluxo dinâmico, com curvas positivas e negativas, que determinaram a análise da viabilidade das vicinais. Os resultados demonstram que as estradas vicinais no Amazonas são viáveis ambientalmente, desde que tenha função positiva, como demonstra a metodologia de sistemas dinâmicos, utilizando notas para os 11 indicadores representativos das vicinais em estudo.

## **ABSTRACT**

*The use of simulation programs, such as dynamic systems, has been more used in academy and companies. Through bibliography study, was noted that dynamic system can be used to analyze the environmental questions related to the present and future situations. In that case, the present study searched to evaluate the rural roads viability in Amazon linked in the relations and fluxes integrated in a dynamic system. The rural roads hold a high relevance to the local population, that live, work and integrate in Amazon, however, many researches relate the rural road implantation to the high taxes of deforestation in the region, for this reason, this study brings up the information and analysis related to the rural roads in Amazonas, considering the differences between them, such as localization, extension and social and economical characteristic. The system application produced a dynamic map, with positive and negative curves, which determined the rural road viability analysis. The results showed that the rural roads in Amazon are environmentally viable, since they have positive functions, as this dynamic system methodology demonstrates, using grades to the 11 representative indicators from the studied rural roads.*

## **1. INTRODUÇÃO**

Para a região amazônica, as estradas vicinais contribuem consideravelmente para o sistema de transportes, uma vez que fazem a conexão de comunidades rurais com as cidades e com o principal meio de transporte utilizado: o rio. Desta forma, as estradas vicinais representam um importante meio de ligação entre as áreas rurais e urbanas, proporcionando o escoamento e comercialização da produção, além do acesso aos serviços de educação, de saúde e de lazer disponíveis nas cidades para os habitantes do interior.

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, pois 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, separa 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.

De acordo com Jaarsma (1997), a implantação de vicinais deve seguir um planejamento que harmonize as características técnicas e de uso, bem como a função da estrada, onde são consideradas as famílias residentes, o acesso e as funções de fluxo, tais como comércio, serviços, saúde e educação.

Um dos empregos das vicinais é escoar a produção local. Neste estudo, a produção agropecuária consolidada está representada em sua maioria pela agricultura familiar, que é um fator positivo devido à contribuição a cadeia produtiva local, desconcentração de terras e renda, e geração de emprego e renda no interior do Estado, quando incentivadas por políticas públicas coerentes e monitoradas pelos órgãos competentes.

Entretanto, a principal função das vicinais é acessibilidade gerada para as famílias assentadas, assim o acesso está relacionado à ligação das comunidades assentadas nas proximidades das vicinais com a sede do município, de modo que a distância da sede do município foi um fator considerado, visto que as estradas localizadas mais próximas a sede, possuem mais facilidades de escoamento da produção, suprimento local e relação sócio-comercial com um dos principais entrepostos. Segundo Jacoby (1998) os benefícios das estradas rurais estão relacionados à produção e a distância dos mercados, ou seja, a implantação de uma vicinal se justifica quando há culturas desenvolvidas e um mercado próximo para consumir.

Os investimentos destinados às estradas vicinais no Estado do Amazonas, na maioria dos casos, são provenientes do governo do Estado em parceria com as Prefeituras Municipais locais, contudo, há também, a participação do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – Incra, por meio da política de assentamentos rurais, vinculada a Lei nº 4.504 – Estatuto da Terra. Contudo, segundo Escobal e Ponce (2002), os recursos destinados as estradas rurais são escassos devido à concentração de políticas de desenvolvimento em grandes projetos.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é estudar a viabilidade da implantação e operação de estradas vicinais, relacionando o enfoque ambiental ao econômico e social, apresentando as especificidades da região e das vicinais em enfoque, além de analisar a influência dessas estradas na cadeia produtiva local e contribuição para acessibilidade dos municípios envolvidos.

## 2. MÉTODOS

Neste trabalho, procurou-se utilizar uma metodologia em que os sistemas, para este caso, condições e atores, pudessem interagir. Então, foi introduzido o estudo dos Sistemas Dinâmicos – Dynamic System, metodologia desenvolvida por Jay W. Forrester em 1956, 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.

De acordo com Hjortha e Bagheria (2006), este método envolve a quebra do problema em componentes, estudando cada parte isolada, e assim desenhar conclusões sobre o todo. Este método representa uma forma de entender a realidade e enfatizar as relações ao longo de uma parte do sistema, do que as propriedades das partes por elas mesmas.

Segundo Leal Neto (2000), um aspecto relevante para a utilização de sistemas dinâmicos, está na disponibilidade de softwares que incorporam elementos de técnicas de computação gráfica, como o Stella, Powersim e Vensim. Tais softwares demonstram como as variáveis são afetadas pelo tempo e com diferentes hipóteses, além do mais, proporcionam uma forma útil de descrever sistemas, construir modelos simples de simulação, diagramas gráficos e mapas esquemáticos.

O software utilizado neste trabalho é o Vensim-PLE (Personal Learning Edition) é uma versão gratuita do Vensim, da Ventana Systems, Inc. para uso exclusivo pessoal e na educação. O Vensim é uma ferramenta de modelagem visual que permite conceituar, documentar, simular, analisar e otimizar modelos de sistemas dinâmicos. A escolha do Vensim-PLE, para a elaboração do mapa dinâmico desta pesquisa, justifica-se pela abrangência do software, uma vez que possui versão educacional, disponível para download, e principalmente, pelas ferramentas gráficas oferecidas e pela facilidade no arranjo do fluxo.

As estradas analisadas localizam-se no Estado do Amazonas e possuem particularidades quanto ao tipo, governança, características ambientais, produção escoada, acessibilidade, condições sociais da população e motivação de ampliação ou manutenção. As vicinais escolhidas foram classificadas quanto às condições ambientais, sociais e econômicas existentes, tais dados, conforme demonstra quadro 1, foram lançados no programa associado ao método de sistemas dinâmicos, e assim será possível verificar a viabilidade de cada uma, prever informações e simular situações associadas ao uso de vicinais no Amazonas. O estudo contempla o período entre 2005 e 2008.

Para aplicação da metodologia de sistemas dinâmicos, adotou-se o procedimento de separar as etapas de elaboração, tendo como primeira fase a seleção dos indicadores, possibilitado a partir da coleta de dados. Em seguida, houve a análise dos indicadores, atribuindo pesos aos fatores positivos e negativos. Após estas etapas, partiu-se para a elaboração do mapa dinâmico, adotando os indicadores selecionados e os pesos atribuídos, então foi inserido o modelo matemático para compor a simulação e a aplicação da fórmula, analisando a característica da vicinal e a viabilidade ambiental das vicinais.

Assim, nesta pesquisa, utilizando o modelo de sistemas dinâmicos com 11 indicadores, sendo um 5 positivos, 5 negativos e 1 influenciador positivo e negativo, representado pelas famílias produtoras assentadas. Dentre os indicadores positivos, tem-se: (i) Produção Agropecuária consolidada; (ii) Acesso (distância) a Sede do Município; (iii) Condições (Infra-estrutura) da estrada vicinal; (iv) Investimento Público (em cinco anos) e (v) Benfeitorias (rede elétrica, água, gás, escolas, posto de saúde entre outras). Já os fatores negativos considerados no estudo foram representados pelos itens: (i) Exploração dos recursos naturais; (ii) Emissão de Poluentes; (iii) Interferência ao ambiente; (iv) Desmatamento e Geração de Impactos (Meio biótico).

**Quadro 1 – Resumo das vicinais em estudo.**

Nome da Vicinal	Estrada do Cambixe	Ramal da Flona	Ramal da Morena	Ramal do Boi
Localização	Careiro da Várzea	Apuí - AM	Presidente Figueiredo	Lábrea
Extensão da Vicinal	23km	38km	35km	120km
Distância da sede	23km	106km	220km	140km
Investimento realizado (quando houver)	Previsto mas não realizado R\$1.035.000,00	Não houve	R\$1.538.742,81	Não houve
Ecossistema	Várzea e Terra Firme	Terra Firme	Várzea e Terra Firme	Várzea e Terra Firme
Famílias Assentadas	180	Não Há	185 famílias	10
Produção Agrícola	Derivados de leite	Não Há	Mandioca, macaxeira, fruticultura, pecuária e piscicultura	produção não consolidada
Principal Mercado	Careiro da Várzea, Careiro Castanho e Manaus	Pará	Presidente Figueiredo, Vila de Balbina e Manaus	Rondonia
Benfeitorias	Escola, Luz elétrica	Não Há	Rede elétrica, escola, posto de saúde	Não houve
Meio de Transporte utilizado para chegar a vicinal	Fluvial	Terrestre	Terrestre	Fluvial e BR-364
Condições da vicinal	ruim, estrada localizada na várzea, não pavimentada, obras de manutenção pendentes	ruim, estrada aberta ilegalmente, sem obras de manutenção previstas	boa, em condições de tráfego e manutenção contínua	ruim, estrada aberta ilegalmente, sem obras de manutenção previstas
Tráfego	Pouco tráfego e emissão de gases dos automóveis	Pouco tráfego e emissão de gases, mas com geração de particulados	Pouco tráfego e emissão de gases dos automóveis	Pouco tráfego e emissão de gases dos automóveis
Geração de Impactos (meio biótico)	Perda de flora, fauna e demais recursos naturais no perímetro da estrada	Perda de flora, fauna e demais recursos naturais existentes na área da estrada	Perda de flora, fauna e demais recursos naturais no perímetro da estrada	Perda de flora, fauna e demais recursos naturais além da área da estrada
Exploração dos recursos naturais	Pecuária de várzea Extrativismo animal e florestal com média intensidade	Especulação madeireira, alta exploração dos recursos existentes	Extrativismo animal e florestal com média intensidade	Tentativa de interferência no curso d'água
Interferência ao ambiente	Área de várzea Pecuária de varzea	Estrada na Terra Firme Queimadas	Estrada na Terra Firme	Estrada em terra firme Tentativa de interferência no curso d'água

### Continuação do quadro 1.

Nome da Vicinal	Ramal do Andiroba	Ramal do Janauacá	Ramal do Muiracupuzinho	Ramal do Novo Céu
Localização	Manaquiri - AM	Careiro Castanho - AM	Itacoatiara - AM	Autazes - AM
Extensão da Vicinal	8km	10km	10km	18.5km
Distância da sede	25km	22km	60km	28km
Investimento realizado (quando houver)	R\$ 769.950,66	R\$849.551,39	R\$450.000,00	R\$1.954.822,09
Ecossistema	Terra Firme	Terra Firme	Terra Firme	Terra Firme
Famílias Assentadas	125 famílias	60 famílias	31 famílias	30 famílias
Produção Agrícola	Farinha de mandioca, grãos, açaí, pecuária	Goma, Banana e bovinos	Pupunha, açaí e coco	Pecuária, derivados de leite, Banana, Mandioca e Cupuaçu
Principal Mercado	Sede do município	Careiro Castanho, Manaus	Itacoatiara, Rio Preto da Eva e Manaus	Manaus
Benfeitorias	luz, escola e posto de saúde	Rede elétrica e escola	Escola	Escola, posto de saúde (verificar), rede elétrica
Meio de Transporte utilizado para chegar a vicinal	Fluvial	Terrestre	Terrestre	Fluvial e AM 254
Condições da vicinal	boa, em condições de tráfego e manutenção contínua	boa, em condições de tráfego e manutenção contínua	boa, em condições de tráfego e manutenção contínua	boa, em condições de tráfego e manutenção contínua
Tráfego	Pouco tráfego e emissão de gases dos automóveis	Pouco tráfego e emissão de gases dos automóveis	Pouco tráfego e emissão de gases dos automóveis	Pouco tráfego e emissão de gases dos automóveis
Geração de Impactos (meio biótico)	Perda de flora, fauna e demais recursos naturais no perímetro da estrada	Perda de flora, fauna e demais recursos naturais no perímetro da estrada	Perda de flora, fauna e demais recursos naturais no perímetro da estrada	Perda de flora, fauna e demais recursos naturais no perímetro da estrada
Exploração dos recursos naturais	Extrativismo animal e florestal com média intensidade	Extrativismo animal e florestal com média intensidade	Extrativismo animal e florestal com média intensidade	Extrativismo animal e florestal com média intensidade
Interferência ao ambiente	Estrada na Terra Firme	Estrada na Terra Firme	Estrada na Terra Firme	Estrada na Terra Firme

### Continuação do quadro 1.

Nome da Vicinal	Ramal do Laranjal	Ramal do Piquiá	Ramal da Olaria	Ramal Três Estados
Localização	Manacapuru - AM	Assentamento Iporá - Rio Preto da Eva	Iranduba - AM	Assentamento Rio Juma - Apuí
Extensão da Vicinal	7.20km	12km	23km	20km
Distância da sede	30km	108km	50km	70km
Investimento realizado (quando houver)	R\$324.000,00	R\$429.984,07	R\$1.035.000,00	R\$214.221,00
Ecossistema	Terra Firme	Terra Firme	Terra Firme	Terra Firme
Famílias Assentadas	64 famílias	10 famílias	3 Famílias	128 famílias
Produção Agrícola	Fruticultura e Meliponicultura	Banana, Cupuaçu, Coco, Mandioca, Café, Guaraná, Laranja, Piscicultura	Olarias... Limão, laranja, pimentão e piscicultura	Arroz, cacau, milho, mandioca e bovinocultura
Principal Mercado	Sede do Município, Manaus	Rio Preto da Eva, Manaus	Sede do município, Manaus	Sede do município
Benfeitorias	Escola, galpão comunitário	Rede elétrica	não houve	Rede elétrica, escola rural, galpão comunitário, posto de saúde
Meio de Transporte utilizado para chegar a vicinal	Terrestre	Terrestre	Terrestre	Terrestre
Condições da vicinal	boa, em condições de tráfego e manutenção contínua	regular, não houve manutenção nos últimos 5 anos	boa, em condições de tráfego e manutenção contínua	regular, não houve manutenção nos últimos 5 anos
Tráfego	Pouco tráfego e emissão de gases dos automóveis	Pouco tráfego e emissão de gases dos automóveis	Pouco tráfego e emissão de gases dos automóveis	Tráfego regular e emissão de gases
Geração de Impactos (meio biótico)	Perda de flora, fauna e demais recursos naturais no perímetro da estrada	Perda de flora, fauna e demais recursos naturais no perímetro da estrada	Perda de flora, fauna e demais recursos naturais além da área da estrada	Perda de flora, fauna e demais recursos naturais além da área da estrada
Exploração dos recursos naturais	Extrativismo animal e florestal com média intensidade	Extrativismo animal e florestal com média intensidade	Queima de resíduos florestais	Extrativismo animal e florestal com média intensidade
Interferência ao ambiente	Estrada na Terra Firme	Estrada na Terra Firme	Estrada na Terra Firme Presença de Olaria	Estrada na Terra Firme Desmatamento no entorno

Neste sentido, os pesos foram atribuídos para cada indicador referente à vicinal relacionada, conforme ilustra o quadro 2, com intuito de compor os campos necessários à elaboração do modelo proposto e avaliar a viabilidade das vicinais.

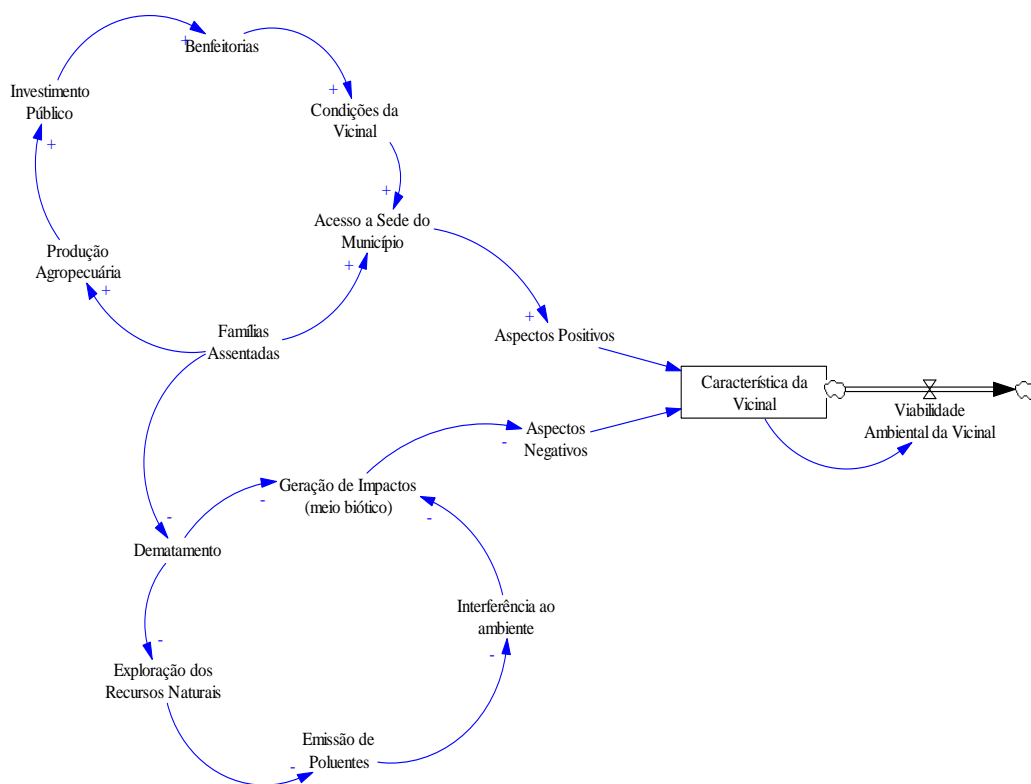
**Quadro 2 – Resumo dos Pesos considerados para vicinais estudadas, utilizando 11 indicadores.**

Indicadores/ Vicinais	Cambixe	Flona	Morena	Andiroba	Boi	Janauacá	Laranjal	Piquiá	Miracupuzinho	Novo Céu	Olaria	Três Estados
1. Existência de famílias produtoras ou assentamentos rurais	3	0	3	3	1	2	2	1	2	2	1	3
2. Produção Agropecuária consolidada	3	0	2	2	0	2	2	2	2	3	2	2
3. Acesso (distância) a Sede do Município	3	2	1	3	0	3	3	2	3	3	3	3
4. Condições (Infra-estrutura) da estrada vicinal	0	1	3	3	1	3	2	3	3	3	3	3
5. Investimento Público	1	0	3	2	0	2	2	1	2	3	3	2
6. Benfeitorias ( rede elétrica, água, gás) ou outras	2	0	3	2	0	2	2	1	1	3	0	3
7. Exploração dos recursos naturais	3	3	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2
8. Emissão de Poluentes	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
9. Interferência ao ambiente	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
10. Desmatamento	3	3	2	2	1	2	2	1	1	1	3	2
11. Geração de Impactos (Meio biótico)	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2

Desta forma, para o mapa gerado pelo Vensim foram utilizados os 11 indicadores apresentados na figura 1, utilizando os pesos contabilizados no quadro 13 que alimentam dois fluxos, um positivo e um negativo, que se acumulam formando separadamente, formando os aspectos positivos e negativos, utilizados para compor a Característica da Vicinal, representada pela diferença dos aspectos positivos e negativos. A Viabilidade Ambiental da Vicinal vai depender do modelo proposto que inclui a análise da Característica da Vicinal, baseada na função já comentada IF THEN ELSE.

O fluxo positivo inicia com o número de famílias assentadas ao longo da vicinal que são responsáveis pela produção agropecuária do local, que por sua vez é um incentivador de investimentos públicos, tais recursos geram benfeitorias nas proximidades da vicinal, que melhoram as condições de infra-estrutura da estrada, quanto da manutenção realizada, e que por meio dela, proporcionam um melhor acesso à sede do município.

Da mesma forma, o fluxo negativo inicia com o número de famílias assentadas nas proximidades da vicinal, sendo que a ocupação do entorno da estrada contribui diretamente para o desmatamento, e este incide na exploração dos recursos naturais, por meio da exploração madeireira e extrativismo, quando há queimadas esta exploração gera emissão de poluentes, que dependendo do ecossistema pode provocar uma interferência ao ambiente significativa, e tal efeito no local determina a geração de impactos no meio biótico.



**Figura 1 - Mapa do Estudo de Viabilidade das Estradas Vicinais utilizando o programa Vensim.**

### 3. UM MODELO SUSTENTÁVEL DE ESTRADAS NA AMAZÔNIA?

Considerando 11 (onze) indicadores para as vicinais, das 12 (doze) estradas analisadas, 4 (quatro) não são viáveis e 8 (oito) são viáveis, como demonstra o quadro 3. As vicinais não viáveis são do Cambixe, Flona, Boi e Olaria, onde os impactos negativos sobrepõem os impactos positivos. Já as vicinais viáveis são da Morena, Andiroba, Janauacá, Laranjal, Piquiá, Muiracupuzinho, Novo Céu e Três Estados.

Dentre as vicinais viáveis e inviáveis, há especificidades que as tornam diferentes e semelhantes na realidade e também, na dinâmica de sistemas, representadas por meio dos pesos e que distinguiram as vicinais pelas características próprias pertencentes a cada uma.

Nas vicinais inviáveis, representadas pelos ramais da Flona e do Boi, os fatores responsáveis pela inviabilidade foram a ausência de famílias assentadas, investimento público, benfeitorias e produção agropecuária consolidada, contudo, há a presença do desmatamento, emissão de poluentes, exploração de recursos naturais e interferência ao ambiente. Os valores obtidos para



Característica da Vicinal para as vicinais da Flona e do Boi, foram -15 (menos quinze) e -7 (menos sete), respectivamente, valores inferiores ao determinado pelo modelo.

**Quadro 3 – Resumo dos Resultados utilizando a Simulação do Vensim.**

Vicinal	Aspectos Positivos	Aspectos Negativos	Característica da Vicinal	Viabilidade Ambiental da Vicinal
CAMBIXE	15	21	-6	0
FLONA	3	18	-15	0
MORENA	20	16	4	1
ANDIROBA	18	17	1	1
BOI	3	10	-7	0
JANAUACÁ	16	15	1	1
LARANJAL	15	14	1	1
PIQUIÁ	11	10	1	1
MUIRACUPUZINHO	15	12	3	1
NOVO CÉU	19	13	6	1
OLARIA	13	17	-4	0
TRÊS ESTADOS	19	18	1	1

Já a vicinal do Cambixe apresentou como fator negativo preponderante a interferência ao ambiente, visto que está localizada em área de várzea e um fator positivo que também interferiu pela baixa pontuação foi a condição da estrada, que se encontra sem trafegabilidade pela não conclusão das obras de recuperação, além de baixo investimento público.

A vicinal Olaria apresenta um número de famílias pequeno, mas apresenta produção representada por indústria de tijolo que geram impactos significativos na extração de argila e resíduos florestais, contribuindo assim ao desmatamento, interferência ao ambiente e impactos no meio biótico, além da exploração dos recursos naturais que foi considerada média em função da quantidade de olarias que são três. Outro fato preponderante foi a ausência de benefícios públicos oferecidos ao local, representados pelas benfeitorias.

As estradas que tiveram o maior valor no fluxo de impactos positivos foram as vicinais Morena e Três Estados, enquanto que os maiores valores de Característica das Vicinais (impacto positivo – impacto negativo) foram das estradas Morena e Novo Céu, tal valor também refletiu no resultado desta Característica em 20 anos.

As vicinais Andiroba, Janauacá, Laranjal, Piquiá e Três Estados obtiveram como Característica da Vicinal o valor igual a 1 em função de um equilíbrio entre os impactos positivos e negativos, sendo que os impactos positivos prevaleceram em função das Benfeitorias ou condições da vicinal e como impacto negativo, destacaram-se a Interferência ao Ambiente e a Geração de Impactos no meio biótico.

Já a vicinal Muiracupuzinho obteve como Característica da Vicinal o valor igual a 3, uma vez que os impactos positivos prevalecem em relação aos impactos negativos, em função da proximidade da sede do município, das condições da vicinal e do número médio de famílias, bem como da baixa exploração dos recursos naturais.

Quanto a vicinal do Novo Céu, esta representa um ótimo exemplo de viabilidade ambiental em virtude dos pesos gerados pelas especificidades da estrada e do seu local. A título de ilustração, o número de famílias é médio, a produção é alta, juntamente com os investimentos realizados e as benfeitorias, em contrapartida a emissão de poluentes e o desmatamento são baixos.

A vicinal Três Estados, também apresentou um resultado significativo para viabilidade ambiental, considerando o número de famílias que obteve um peso alto, juntamente com acesso, condições da vicinal e benfeitorias, contudo também apresentou indicadores do fluxo negativo com pesos médios, que foram responsáveis pela nota impetrada em Característica Ambiental.

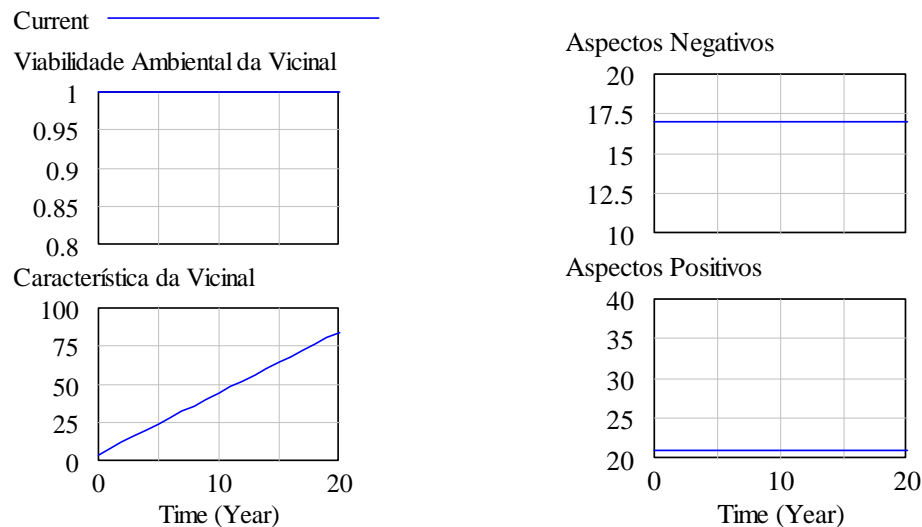
No caso de um incremento em determinada estrada vicinal, considerada inicialmente, inviável pelo modelo proposto, de forma que por meio da adoção de políticas públicas para a melhoria do local e mitigação dos efeitos ambientais, os resultados podem ser alterados na simulação. A título de ilustração, a vicinal do Cambixe que está sendo reformada, pode obter melhores condições de trafegabilidade, investimento, benfeitorias, alterando assim os pesos relacionados, bem como os aspectos negativos podem ser minimizados, por meio do planejamento ambiental voltado para as áreas utilizadas para pecuária, tornando o quadro da referida vicinal conforme demonstra o quadro 4 e a figura 2.

**Quadro 4 – Comparação dos pesos entre a vicinal do Cambixe atual e incrementado.**

Indicadores/Vicinais	Cambixe Atual	Cambixe Incrementado
1. Existência de famílias produtoras ou assentamentos rurais	3	3
2. Produção Agropecuária consolidada	3	3
3. Acesso (distância) a Sede do Município	3	3
4. Condições (infra-estrutura) da estrada vicinal	0	3
5. Investimento Público	1	3
6. Benfeitorias (rede elétrica, água, gás) ou outras	2	3
7. Exploração dos recursos naturais	3	2
8. Emissão de Poluente	1	1
9. Interferência ao ambiente	3	2
10. Desmatamento	3	2
11. Geração de Impactos (Meio biótico)	2	2

Na possibilidade do incremento das condições de uma das estradas deste estudo considerada inviável, pode-se alterar a composição dos fluxos, conforme demonstrado na simulação dinâmica aplicada na vicinal do Cambixe. Desta forma, para os dados atuais obteve como Característica da Vicinal o valor (-6) e com a mitigação dos impactos ambientais e aplicação de políticas públicas

locais, em outra simulação, obteve para o mesmo parâmetro o valor 0 (4), atendendo a condição de viabilidade ambiental.



**Figura 2 – Característica da Vicinal e Viabilidade Ambiental da estrada do Cambixe incrementada.**

#### 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A viabilidade das estradas vicinais, nesse estudo, para o estado do Amazonas, depende de indicadores que interagem entres si. As simulações revelam que as vicinais do Cambixe , Flona, Boi e Olaria não apresentam viabilidade ambiental, em virtude do fluxo positivo ser inferior ao fluxo negativo na interação dos pesos vinculados aos indicadores, como demonstra o modelo proposto.

As vicinais com viabilidade ambiental, verificadas por meio da simulação dinâmica, estão representadas nas estradas Morena, Andiroba, Janauacá, Laranjal, Piquiá, Muiracupuzinho, Novo Céu e Três Estados, que obtiveram de acordo com o modelo proposto, uma diferença entre os aspectos positivos e negativos satisfatória.

A vicinal do Cambixe, por exemplo, apresentou inviabilidade ambiental, devido a combinação dos fatores negativos, que se mostraram superiores aos positivos. Um fator negativo preponderante foi a interferência ao ambiente, uma vez que está localizada em área de várzea, outro fator que interferiu foi condição da estrada, que se encontra sem trafegabilidade pela não conclusão das obras de recuperação, além de baixo investimento público realizado no local.

Nesta pesquisa, o número de famílias assentadas é um fator relevante para a interação dos indicadores e formação dos aspectos positivos e negativos. Observa-se que as vicinais com grande ocupação como Morena, Andiroba e Três Estados demonstraram resultados positivos, e as estradas com baixa ocupação como Olaria, Flona e Boi não apresentaram viabilidade. Tais fatos

indicam que a ocupação do entorno das estradas não traz somente efeitos negativos ao meio, como afirmam os autores, mas que aliada a fatores positivos pode agregar benefícios ao local.

Quanto às políticas públicas, as vicinais que possuem acompanhamento, como aquelas vinculadas aos assentamentos, representadas pelos ramais do Piquiá e Três Estados, apresentaram bons resultados. Já as vicinais tidas como ilegais, endógenas ou não cadastradas, a exemplo da Flona e do Boi, apresentaram inviabilidade, em razão da ausência de infra-estrutura, benfeitorias, produção consolidada e investimento público, que em contrapartida impactam o meio ambiente, por meio do desmatamento, exploração de recursos naturais e geração de impactos no meio biótico, além de interferir no meio ambiente, conforme simulações desenvolvidas.

A produção agrícola assume um papel importante para as vicinais estudadas para o abastecimento dos municípios onde estas estão localizadas, com exceção dos ramais da Flona e do Boi, que não apresentam produtos consolidados. Outro fator importante foi a acessibilidade, das vicinais localizadas próximas a sede do município, apenas uma não foi considerada viável. As estradas que apresentaram pesos altos para o indicador benfeitorias foram as que revelaram os melhores valores para o requisito característica ambiental.

Finalmente, cabe enfatizar que caso os efeitos ambientais causados pelas vicinais inviáveis sejam mitigados, trazendo uma melhor avaliação para as vicinais, da mesma forma que havendo incremento nas políticas públicas locais, nas áreas onde não há benfeitorias e condições adequadas para a vicinal, a viabilidade ambiental pode ser alcançada.

Neste sentido, por meio desta pesquisa exploratória, percebe-se que as estradas vicinais são meios de transporte que podem dispor de aspectos positivos superiores aos efeitos ambientais negativos, cooperando para rede de transportes existente no Amazonas e proporcionando acessibilidade, benfeitorias sociais e oportunidades econômicas. Contudo, necessitam de acompanhamento do poder público e formação de cooperativas locais para fortalecer não apenas os caminhos, mas também, a infra-estrutura local, geração de trabalho e condições adequadas aos seus habitantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4504.htm) Acesso em 22 de agosto de 2005.
- ESCOBAL, J., PONCE, C. (2002). El beneficio de los caminos rurales: ampliando oportunidades de ingreso para los pobres. Documento de Trabajo 40. Grade. Disponível em [www.nip-lac.org/docs\\_meeting2002/ Escobal-Rural%20Roads%20June.pdf](http://www.nip-lac.org/docs_meeting2002/Escobal-Rural%20Roads%20June.pdf). Acesso em 15.12.05.
- HJORTH, 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.
- JAARSMA, C.F. (1997). Approaches for the planning of rural road network according to sustainable land use planning. In: Landscape and Urban planning 39. 47-54 pp.
- LEAL NETO, A. C. (2000). A expansão do terminal de contêineres de Sepetiba: uma aplicação da dinâmica de sistemas e considerações ambientais. Tese de Mestrado. UFRJ. Rio de Janeiro. 158p.