

PAVIMENTAÇÃO DA BR-163: UMA ANÁLISE SISTÊMICA

Thaís Mazer Rodrigues

Universidade de São Paulo

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Simone Mazer Rodrigues

Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a proposta de uma metodologia de análise sistêmica, de maneira a considerar a pavimentação da BR-163, rodovia Cuiabá-Santarém, a partir da influência inerente desta obra: biomas locais, reservas indígenas, portos e rodovias adjacentes, ampliação da fronteira agrícola, entre outros. A constatação e análise das interrelações entre seus subsistemas fornecem informações, por meio de um modelo simbólico, para uma gestão coerente e sustentável.

ABSTRACT

This study aims methodology proposes with a systemic approach in order to consider the BR-163 paving, Cuiabá-Santarém highway, from its influence inherent in this work: local biomes, indian reservations, ports and adjacent highways, expansion of the agricultural frontier, among others. The observation and analysis of relationship between its subsystems offers information through a symbolic model for a consistent and sustainable management.

1. Introdução

Este estudo visa considerar o enfoque sistêmico na pavimentação da rodovia BR-163 nas regiões centro-oeste e norte do Brasil. Modificações em vias de transporte e a análise de políticas de uso do solo alteram as características regionais e fomentam a valorização das terras marginais ao empreendimento.

A rodovia BR-163, também conhecida como rodovia Cuiabá-Santarém, projetada durante a ditadura militar, começou a ser construída pelas Forças Armadas Brasileira em 1973 e 1974 (Fearnside, 2006) com o objetivo de dar suporte ao desenvolvimento da região centro-oeste do país. Grande parte da rodovia ainda não foi asfaltada, dificultando o transporte de commodities e outros produtos, principalmente em épocas de chuvas intensas.

A rodovia percorre biomas importantes como o Cerrado e a floresta Amazônica, além de territórios das bacias do Amazonas, do Xingu e Teles Pires-Tapajós. Sua reconstrução teve ênfase a partir da década de 1990, com o investimento em planos de infra-estrutura como Brasil em Ação (1996-1999), Avança Brasil (200-2003) e o Plano Plurianual do governo federal (2004 a 2007) (Fearnside, 2006).

Segundo o ISA (Instituto Socioambiental, 2009), apesar da abertura da estrada ter sido finalizada em 1972, com 984 km no Estado do Pará e 772 km no Estado do Mato Grosso, um trecho de 956 km ainda não foi pavimentado.

A pavimentação dessa rodovia certamente trará maior facilidade para o transporte de *commodities* e outros produtos, além de facilitar a locomoção dos moradores da região. Porém, a pavimentação da rodovia BR-163, traz influências positivas e negativas aos seus

subsistemas, tais como ampliação da fronteira agrícola, facilidade de transporte, construção de outras rodovias, ocupação irregular de áreas próximas, valorização dos lotes às margens da rodovia, desmatamento e invasão em áreas protegidas. Problemas como tensões pelo posse de terra, violência, malária, exposição a pesticidas, entre outros, podem ser associados à construção e a pavimentação de rodovias (Barcellos *et al*, 2010).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo fazer uma análise sistêmica sobre a pavimentação da rodovia BR-163 e seus subsistemas.

O enfoque sistêmico para área planejada analisa os impactos das interfaces entre seus subsistemas, com intuito de promulgar as práticas provedoras de desenvolvimento a região e coibir as nocivas.

A abordagem sistêmica integra os subsistemas em torno do objetivo do principal, configurando visões e metas pertinentes a cada um dos componentes. As ações referenciadas nas interfaces têm impacto com o todo, assim a metodologia proposta visa analisar e verificar as condições gerais do sistema, dando subsídios para coordenação das operações, conjuntos e subconjuntos apresentados.

2. BR-163 CARACTERÍSTICAS

A rodovia BR-163 possui 4.476 km de extensão interligando seis estados brasileiros, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Pará; trata-se de uma das maiores rodovias em extensão com obras de pavimentação de curso e que atravessa as regiões centro oeste e norte do território nacional, conformes informações do Ministério dos Transportes (2011) visualizadas na Figura 1; áreas estas permeadas por unidades de preservação ambiental, reservas indígenas e grandes plantações de soja.

O planejamento e implementação desta rodovia, em conjunto com outras da região amazônica data da década de 70 e está associada a abertura de fronteiras no Norte e Centro oeste brasileiros.

O trecho a ser referenciado por este trabalho é o Cuiabá-Santarém. Conforme Tabela 1, que possui dados extraídos do Ministério dos Transportes (2011), observa-se que no estado do Pará grande parte de sua extensão está sob obras de pavimentação. Os Km 321,3 (MT) e 1002, 5 (PA) referem-se às cidades de Cuiabá e Santarém respectivamente.

Tabela 1: Relação de trecho e infraestrutura Cuiabá-Santarém

Estado	Início (Km)	Fim (Km)	Extensão (Km)	Condição
MT	321,3	353,5	32,2	Duplicada
MT	353,5	1067,5	714,0	Pavimentação
PA	0,0	651,1	651,1	Em obra Pavimentação
PA	651,1	676,8	25,7	Pavimentação
PA	676,8	893,3	216,5	Em obra Pavimentação
PA	893,3	1002,5	109,2	Pavimentação

A rodovia em questão é um importante eixo de ligação das regiões Centro Oeste e Norte com as demais do país e por meio de suas interligações e ainda sim amplia a fronteira com portos e aeroportos para escoamento da produção e abastecimento regional.

A ausência de pavimentação no trecho paraense impossibilita este desenvolvimento de maneira consistente, visto que nos períodos de chuvas, que estendem-se por praticamente cinco meses por ano esta porção da rodovia fica praticamente intrasitável.

A pavimentação do trecho Cuiabá-Santarém, tem sido demandada pela população regional e por interesse econômicos de grupos ligados ao cultivo da soja. Este empreendimento tem o potencial de afetar uma área de 974.000 km² (Barcellos *et al*, 2010).

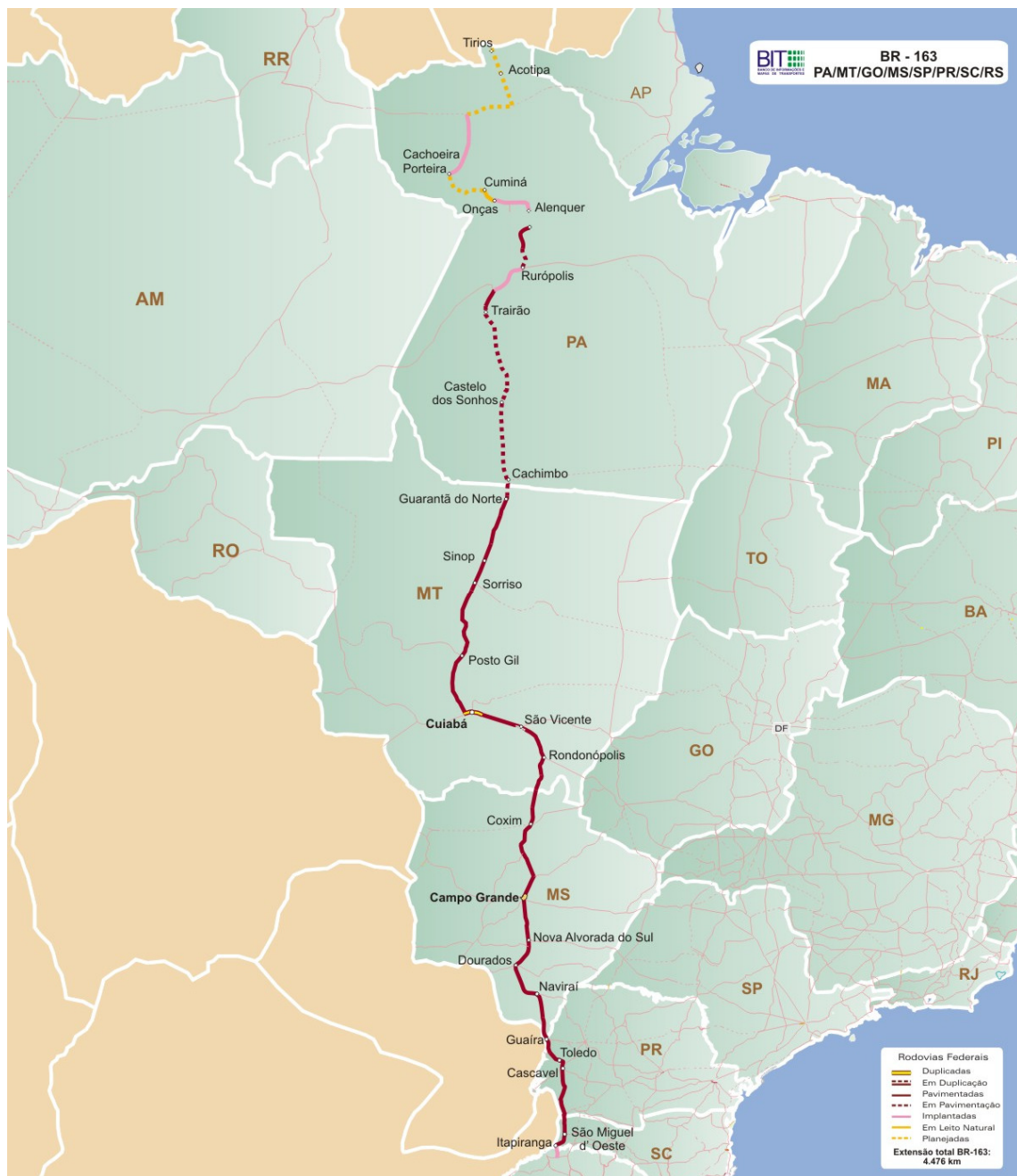


Figura 1: BR-163

2.1. Abordagem econômica

A ampliação de fronteiras com a construção de rodovias promove o desenvolvimento regional e trás como conseqüências impactos nas esferas política, econômica e ambiental.

A pavimentação desta rodovia no estado do Pará possibilitaria melhor aproveitamento desta malha rodoviária no escoamento dos produtos produzidos na região centro oeste para os centros de consumo e portos, com destinação a exportação e mercado interno. A pavimentação permite o transporte de grandes cargas com segurança e consequentemente a utilização de outros portos além de Santos e Paranaguá, situados no Sudeste e Sul do país, assim, promove o investimento para os portos na região norte, como Mirituba, Santarém e Belém para operações internacionais e cabotagem.

De acordo com o Grupo de trabalho Interministerial (2006):

A atividade econômica na área de influência da BR-163 está fortemente assentada no setor primário. Há um forte predomínio da agricultura (principalmente soja, milho, arroz e algodão), da pecuária bovina e da exploração madeireira. A indústria tem expressão bem menor, embora crescente, e concentra-se principalmente no processamento da madeira e, em menor escala, de grãos e carne, enquanto o comércio e os serviços estão concentrados nas principais cidades como Santarém, Altamira, Itaituba, Parintins, Sinop, Alta Floresta e Sorriso. A mineração de maior escala (bauxita) aumentou consideravelmente a partir da década de 80 e continua em uma curva ascendente, enquanto o garimpo de ouro e diamante declinou a partir dos anos noventa. A exploração de produtos florestais não madeireiros, muito promissora, ainda tem peso pequeno na economia regional.

O desenvolvimento provido pela melhoria na rodovia está necessariamente interligado com uso do solo nas suas margens, fato este que incide entre reservas ambientais e indígenas, em área carente de fiscalização dos órgãos competentes referentes conflitos fundiários, apropriação indevida de terra, devastamento para implementação de pastos para agropecuária, ampliação da fronteira da soja e desmatamento por madeiras ilegais.

2.1. Abordagem socioambiental

O trecho Cuiabá-Santarém atravessa importantes biomas, com destaque ao cerrado e a floresta Amazônica; suas áreas de transição e bacias hidrográficas como Teles Pires-Tapajós, Amazônica e Xingu.

Os impactos ambientais advindos da construção de estradas promovem o desmatamento de maneira acelerada, como verificado por Alves (2002), que afirma que os 50 primeiros quilômetros as margens das rodovias da Amazônia concentram 80% do desmatamento regional. Este tema também foi abordado por Alencar *et al* (2005): na área com maior pavimentação da BR-163 no estado do Mato Grosso o desmatamento abrange 54% da área florestal dentro da faixa de 50 km de distância da rodovia.

Estudos de simulação realizados por Soares-Filho *et al* (2004) no trecho não pavimentado da rodovia demonstraram no modelo, que utiliza uma série de variáveis como reforma agrária, nível de urbanização e agentes de resposta a cenários político-econômicos, que após 30 anos o total de área de floresta da região reduziria 34%.

Além do desmatamento, a ampliação da fronteira agro-pecuária é estimulada para aumento de sua produtividade pela facilidade de deslocamento; como observado por Pretty (2008), agricultura afeta negativamente o meio ambiente no uso abusivo de seus recursos ou pela sua utilização como dissipador de poluição, tais fatores negativos são considerados como externalidades visto que não compõem o custo do produto produzido.

Um sistema pode ser definido por um conjunto de subsistemas e componentes conectados por algum tipo de relação, passíveis de respostas a variações em demanda e estímulos, internos ou externos, que tem finalidade de atendimento a uma função ou propósito. Uma variável faz parte do sistema quando é influenciada por quaisquer alterações providas deste, ou seja, é parte interdependente do mesmo.

Folledo (2000) aborda que um dos benefícios do raciocínio sistêmico é a captação de conceitos de *loop de feedback* e de estrutura como princípios unificadores para uso como instrumento no entendimento e gestão de sistemas. Este conceito também é abordado por Lewis *et al* (1997) que descreve que sistemas agrícolas interagem por meio de um conjunto de *feedback looping* para manter o equilíbrio dentro de limites funcionais flutuantes. A pavimentação do trecho Cuiabá-Santarém da BR-163 e suas estruturas podem ser observadas na Figura 2 e seus efeitos nos componentes e interações os quais consistem o sistema.

Figura 2: Estrutura Sistêmica

- princípios que constituem o sistema;
- princípios para resultados favoráveis no planejamento do sistema;
- princípios para o processo de atingir os resultados;
- ações em medidas concretas;
- ferramentas para monitoramento e controle;

A obra em si, como um projeto de extensão cronológica finita e objetivos bem delimitados a fim de garantir o atendimento ao seu cronograma e orçamento, bem como os aspectos influenciáveis que são tema deste estudo.

Lewis *et al* (1997) afirma que os benefícios de uma abordagem sistêmica podem ser imensos, de maneira a afetar diretamente as áreas agrícolas e indiretamente a sociedade. Portanto, o objetivo do sistema proposto é o desenvolvimento sustentável das regiões Norte e Centro Oeste por meio da pavimentação da BR-163 nos quais foram abordados subsistemas elucidados na Figura 3 com suas interfaces, sejam estas econômicas, sociais, ambientais e/ou tecnológicas.

A expressão “desenvolvimento sustentável” enfatizava o componente ambiental como forma de garantir a sustentabilidade do desenvolvimento, trata-se de um novo termo para uma velha área: não há viabilidade econômica sem uso de recursos naturais e não há gestão de recursos sem uma economia racional (Ene *et al*, 2011). Já Pretty (2008) aborda que sistemas de sustentabilidade tornam-se aqueles que fazem melhor uso de bens e serviços ambientais, porém sem danificá-los, ademais, tendem a ter um efeito positivo nos capitais natural, social e humano. É importante salientar que todo sistema pode ser visto como um subsistema de um sistema maior, portanto a delimitação dos interesses e objetivos é fundamental para monitoramento e gestão deste.

3.1 Subsistemas

Os subsistemas abordados por este estudo estão exibidos na Figura 3 que evidencia a relação entre os subsistemas e possuem interação conforme exemplificado a seguir:

A variável Y_{1x} representa a interação do subsistema 1 com outro subsistema qualquer, aqui designado como x, sendo que $x = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ com as interações:

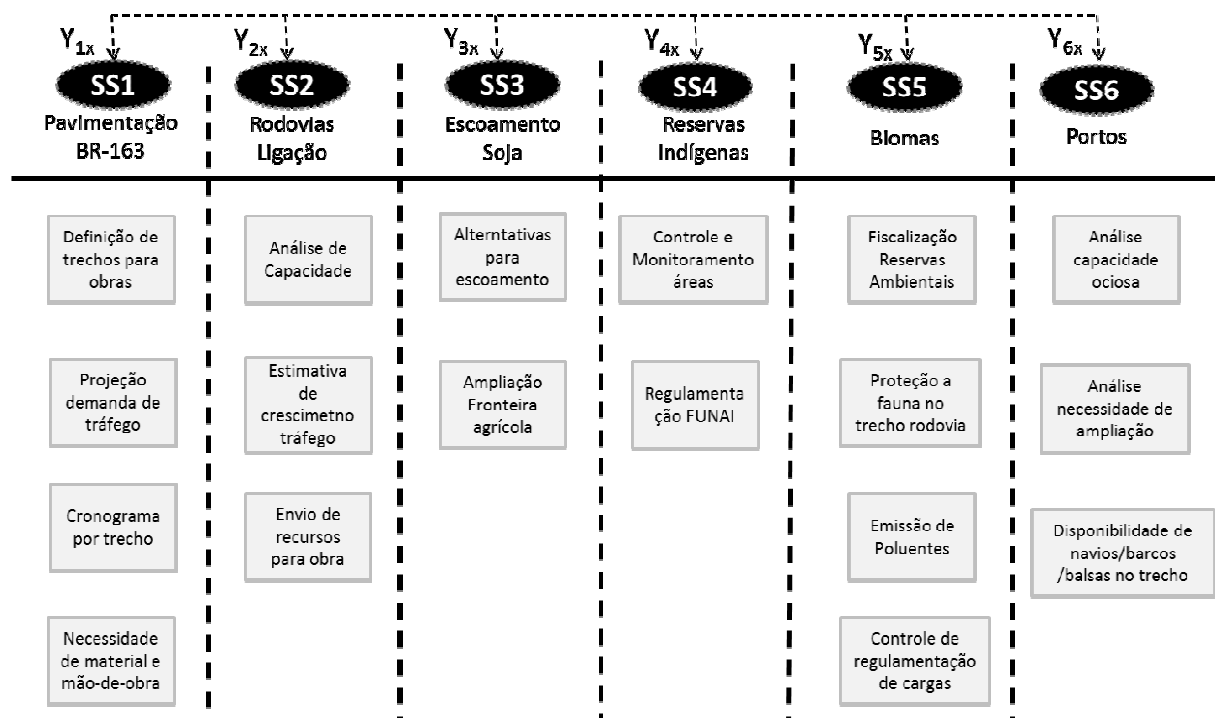


Figura 3: Modelo simbólico - subsistemas

Y_{12} – definição de elos, trevos, pontes;

Y_{13} – atribuição de volume de escoamento pela rodovia;

Y_{14} – facilitação de acesso as comunidades e áreas indígenas;

Y_{15} – influência do tráfego e da obra nos biomas afetados pela travessa da rodovia;

Y_{16} – alteração na demanda dos portos pela facilidade de escoamento;

Y_{23} – utilização de rodovias secundárias nas novas rotas de escoamento agrícola;

Y_{24} – influência de aumento de tráfego e interações externas com a comunidade indígena;

Y_{25} – influência do tráfego secundário nos biomas cruzados por estas vias;

Y_{26} – necessidade de redimensionamento para atendimento ao fluxo rodoviário para os portos;

Y_{34} – ampliação da fronteira agrícola em terras indígenas;

Y_{35} – alteração dos biomas pela implementação de culturas agropecuárias;

Y_{36} – utilização de portos alternativos para escoamento (Santos, Santarém, Pirituba);

Y_{45} – dependência da sustentabilidade das comunidades indígenas com o bioma;

Y_{46} – influência intercultural nas comunidades indígenas;

Y_{56} – influência do fluxo de embarcações nos biomas aquáticos nas proximidades dos portos;

Desta maneira evidencia-se a profundidade do detalhamento de cada uma das interfaces e também entre os componentes de cada um dos subsistemas, para o desenvolvimento de maneira sustentável das regiões afetadas pela obra de pavimentação da BR-163.

Os objetivos dos subsistemas e seus componentes devem estar alinhados com o objetivo do sistema que para este trabalho estão associados ao planejamento da obra, como abordado anteriormente. A subdivisão em componentes facilita o desenvolvimento da modelagem destacando funções e aspectos de maneira mais condizente a realidade. A Tabela 2 apresenta os objetivos secundários que podem prover as condições de balanceamento do sistema para atingir seu objetivo.

Tabela 2: Subsistemas, componentes e objetivos

Subsistemas	Componentes	Objetivo
Pavimentação da BR-163	Definição de trechos para obras	Realizar pavimentação de trecho por prioridade do uso
	Projeção de demanda de tráfego	Garantir a otimização do tráfego nos trechos pavimentados
	Cronograma por trecho	Adequação ao orçamento e aos recursos da obra
	Necessidade de material e mão-de-obra	Dimensionamento adequado de recursos necessários a obra
Rodovias de Ligação	Análise de Capacidade	Não coibir as novas demanda de tráfego para promover o desenvolvimento de regiões mais distantes
	Estimativa de Crescimento de Tráfego	Estabelecer plano-diretor para rodovias secundárias e interligações
	Envio de recursos para obra	Verificar condições a fim de permitir o envio de recursos (matéria-prima e mão-de-obra) por meio de vias secundárias
Escoamento de Soja	Alternativas para escoamento	Reduzir custos com frete em todos os modais (rodoviário, ferroviário e marítimo) para escoamento da produção
	Ampliação da fronteira agrícola	Permitir o aumento da área agrícola de maneira condizente as leis, reservas indígenas e ambientais para promover desenvolvimento regional
Reservas Indígenas	Controle e monitoramento de áreas	Garantir a proteção as reservas indígenas frente a ação de grileiros, madeiras e expansão agrícola não-autorizada
	Regulamentação FUNAI	Definir legitimidade legal junto aos órgãos competentes na implementação da obra
Biomás	Fiscalização de reservas ambientais	Impedir desmatamento em áreas de proteção
	Proteção a fauna no trecho da rodovia	Possibilitar trechos de travessia para animais silvestres a fim de diminuir mortalidade com aumento do fluxo de veículos
	Emissão de Poluentes	Controlar o aumento da emissão de poluentes
	Controle regulamentação de cargas	Evitar transporte de carga de origem ilegal (por exemplo desmatamento)
Portos	Análise de Capacidade Ociosa	Permitir possibilidade de desvio no fluxo de exportações (Santos x Santarém) e cabotagem
	Análise de Necessidade de Ampliação	Re-adequação de plano diretor para novo cenário de demanda
	Disponibilidade de Navios/barcos/balsas no trecho	Verificar se o porto é passível para novas atribuições de rotas e disponibilidade de embarcações

4. RESULTADOS

Para análise dos resultados foi realizada uma pesquisa na literatura sobre o tema na qual os componentes referentes à pavimentação da BR-163 estão presentes e inter-relacionados.

O modelo de simulação, apresentado no trabalho de Soares-Filho (2004) demonstra que o norte do Mato Grosso, que está mais próximo à área agrícola, identificou as maiores taxas de desflorestamento e tais taxas tendem a cair com algum nível de governança e estabilização da população rural. Já o sul do Pará, conforme a modelagem, é a sub-região mais afetada com a pavimentação e conseqüente crescimento da população. Aspectos estes relacionados com aumento da fronteira agrícola e devastação dos biomas existentes. Fearnside (2001) afirma que o impacto excede a perda de recursos naturais, convertidos pela estrutura massiva de desenvolvimento de infra-estrutura necessária para transporte, colheita e entrada de insumos.

Os estudos de Fearnside (2006) destacam que o impacto principal da pavimentação da BR-163 é a aceleração da destruição das áreas florestais e esta ação influencia outras localidades ademais do entorno da rodovia em função das “teleconexões”; como apresentado na descrição dos subsistemas estes aspectos influenciam as relações entre os SS1, SS2 e SS5 (Figura 3). Outro componente abordado neste trabalho é a expansão da cultura da soja no Baixo Amazonas (SS3) e ação de grileiros na redução da floresta e reservas indígenas (SS4 e SS5), como a redução da reserva indígena do Baú em 2003 em 317.000 ha.

Alencar *et al* em 2005 analisou diversos aspectos sustentáveis da obra da rodovia. A exemplo, apenas os rumores da pavimentação provocou um aumento populacional e busca pela posse de terra, no trecho paraense, segundo dados do IBGE 2000 de 1996 a 2000 a população aumentou em 6%, porém somente o investimento com asfalto não é suficiente para promover

o desenvolvimento sustentável da região e melhorar sua estrutura social (Magri, 2005). Alencar também relacionou a redução nos custos de transportes com o desvio da rota do porto de Santos para Santarém com destinos na Ásia e Europa assumiu-se uma economia de US\$ 11,6/tonelada. Outro aspecto relacionado ao uso da rodovia para escoamento da produto do pólo industrial de Manaus contempla uma redução do frete rodoviário de US\$ 21/tonelada ao invés da BR-010 (Belém-Brasília).

As projeções de Alencar *et al* (2005) evidenciam em parâmetros econômicos, principalmente relacionados a fretes, rodoviário e marítimo, a interdependência dos subsistemas e seu planejamento de maneira eficaz pode contribuir efetivamente para o desenvolvimento da região. A obra (SS1) promulga o desenvolvimento dos portos (SS6) do norte brasileiro, porém necessita de apoio e planejamento governamental, seja para aspectos econômicos, sociais e tecnológicos, no incentivo na formação de mão-de-obra qualificada (população regional), apoio à pesquisa e inovação e incentivos para o setor privado a fim de não delimitar e evolução das facilidades portuárias e sim prover sua modernização com aumento da demanda.

5. CONCLUSÕES

Uma obra como a pavimentação da BR-163 tem como consequência, resultados aspectos tangíveis e intangíveis. Faz-se necessária, portanto uma análise qualitativa e quantitativa integrada, visto que rodovias, como concluído no trabalho de Barcellos *et al* (2010), induzem profundas mudanças sociais e ambientais.

A metodologia que se faz por meio da abordagem sistêmica permite analisar as diversas interações entre os componentes do sistema estudado de maneira apropriada a agregar informações para gestão de um projeto que envolve questões econômicas, agrárias e ambientais. Um sistema é uma estrutura dinâmica, portanto sua revalidação e monitoramento deve ser adequado a constância de suas mudanças. Vale ressaltar que o sistema proposto e sua modelagem não são limitados aos subsistemas e componentes apresentados, seu universo de aplicação é infinito, porém sua gestão é facilitada na delimitação de suas variáveis.

Assim, o modelo simbólico apresentado exhibe graficamente as interações entre os subsistemas o qual prove informações que permeiam o sistema como um todo, fatores internos e externos, de maneira a destacar a inter e intra dependência destes e promulgar um modelo de gestão para seus atributos em prol de seu objetivo principal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencar, A., L. Micol, et al. (2005). A pavimentação da BR-163 e os desafios à sustentabilidade: uma análise econômica, social e ambiental. Belo Horizonte.
- Alves, D. (2002) *An analysis of geographical patterns of deforestation in Brazilian Amazonia the 1991-1996 period. In: Patterns and Processes of Land use and Forest Change in the Amazon* (eds Wood C, Porro R), University of Florida, Gainesville.
- Barcellos, C., P. Feitosa, et al. (2010). "Highways and outposts: economic development and health threats in the central Brazilian Amazon region." *International Journal of Health Geographics* 9(1).
- Churchman, C. W. (1968). Introdução a Teoria dos Sistemas. New York.
- Ene, C.-M., A. Gheorghiu, et al. (2011). The Conflict between Economic Development and Planetary Ecosystem in the Context of Sustainable Development, pp. 267-271.
- Fearnside, P.M. (2007). Brazil's Cuiabá-Santarém (BR-163) Highway: The environmental cost of paving a soybean corridor through the Amazon. *Environmental Management* 39(5): 601-614.
- Fearnside, P. M. (2006). Comment - Containing destruction from Brazil's Amazon highways: now is the time to give weight to the environment in decision-making. *Environmental Conservation* 33 (3): 181-183.

- Fearnside, P.M. (2001). Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environmental Conservation* 28(1): 23-3.
- Folledo, M. (2000). Raciocínio Sistêmico: Uma boa forma de se pensar o meio ambiente. *Ambiente & Sociedade* - Ano III – No 6/7.
- Grupo de trabalho Interministerial (2006). Plano de Desenvolvimento Sustentável para a Área de influencia da BR-163. Brasília: Brasil.
- ISA (Instituto Socioambiental). Nota no site. *O desafio da rodovia BR-163*. Disponível em: <http://www.socioambiental.org/esp/BR163>. Acesso em 13 de abril de 2009.
- Lewis, W. J., J. C. v. Lenteren, et al. (1997). A total system approach to sustainable pest management. *Proceedings of The National Academy of Sciences* 94(23): 12243-12248.
- Ministério dos Transportes - *Banco de Informações e Mapas de Transportes*. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br>. Acesso em 19 de junho de 2011.
- Pretty, J. (2008). Agroecological Approaches to Agricultural Development. *World Development Report. Agriculture for Development*.
- Rojas, A e Datz, D. (2003). Abordagem sistêmica para modelagem de gestão do transporte sob o enfoque da qualidade do serviço. Cadernos do IME – Série Informática. Vol 14.
- Soares-Filho, B.; A. Alencar; D. Nepstad; G. Serqueira; M. C. Diaz; S. Rivero; L. Solórzano; E. Voll (2004) Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarem–Cuiaba corridor, *Global Change Biology* 10, 745–764.

Thaís Mazer Rodrigues (thamazer@gmail.com)
Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3 nº 380 - CEP 05508-010 - São Paulo, SP, Brasil.
Simone Mazer Rodrigues (simonemazer@hotmail.com)
Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho