



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Embrapa Monitoramento por Satélite

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE

QUALISOLO – Variabilidade espacial dos índices de qualidade do solo para sistemas agropecuários

Equipe de Avaliação

André Luiz dos Santos Furtado - andre.furtado@embrapa.br

Célia Regina Grego - celia.grego@embrapa.br

Claudio Bragantini - claudio.bragantini@embrapa.br

Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues - cristina.rodrigues@embrapa.br

Sérgio Gomes Tôsto - sergio.tosto@cnpemembrapa.br

Campinas, fevereiro de 2013

Sumário

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO GERAL | 2 |
| 1. Identificação da tecnologia..... | 3 |
| 2. Identificação dos impactos na cadeia produtiva | 5 |
| 3. Avaliação dos impactos econômicos | 6 |
| 5. Avaliação dos impactos ambientais | 12 |
| 6. Avaliação dos impactos sobre conhecimento, capacitação e político-institucionais | 16 |
| 7. Avaliação integrada e comparativa dos impactos gerados..... | 18 |
| 9. Ações sociais | 20 |
| 10. Referências | 21 |

INTRODUÇÃO GERAL

A Embrapa Monitoramento por Satélite é uma das unidades descentralizadas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), atua junto ao Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) e ao cenário técnico-científico brasileiro e internacional nos setores de geoprocessamento, monitoramento orbital e gestão territorial da agricultura.

Os clientes, públicos ou privados, apresentam demandas específicas de sistemas e soluções tecnológicas e são objetos de um atendimento profissional, dentro dos padrões de transparência e de qualidade. As demandas do público-alvo são fundamentais na definição das prioridades de formulação e execução das atividades de PD&I da Unidade.

A Unidade considera como parceiro o indivíduo ou instituição, pública ou privada, que assume e mantém, de forma temporária ou permanente, uma relação de cooperação em que compartilha riscos, custos e benefícios, para projetos de PD&I ou transferência de tecnologia com o qual atua de forma sinérgica. As parcerias são formalizadas, em geral, por meio de convênios, contratos e planos de trabalho.

O principal segmento de usuários é composto pelos formuladores e gestores de políticas de alcance territorial. Entre eles, destaca-se a Presidência da República (PR), a Casa Civil da PR, o Gabinete de Segurança Institucional (GSI) da PR, o Gabinete do Ministro da Agricultura, ou ministérios, o Comando do Exército, as secretarias de Planejamento, Agricultura e Meio Ambiente dos estados da Federação, as prefeituras municipais e as associações profissionais do agronegócio como a Associação Brasileira do Agronegócio (Abag), União da Indústria de Cana-de-açúcar (Unica), Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove), etc.

O segundo segmento de usuários são os clientes e beneficiários dos sistemas de gestão territorial e dos produtos e serviços de monitoramento da Unidade, entre os quais estão: a mídia e os órgãos de informação, as associações de agricultores, os produtores rurais, os membros de organizações não governamentais (ONGs), as entidades e programas da comunidade acadêmica, as empresas de consultoria, além de cidadãos usuários que se dirigem à Unidade em busca de informações sobre gestão e monitoramento territoriais da agricultura.

Uma considerável parcela dos projetos desenvolvidos na Unidade não tem um cliente de fácil distinção. Em muitos casos, nossa clientela é difusa e pode ou não optar por transformar a informação e a geoinformação disponibilizadas em conhecimento. Deve-se considerar, também, que geralmente nossos clientes não procuram um produto e serviços, mas informação, que pode ou não se tornar conhecimento (SORDI, 2008). No mundo atual, com a disponibilidade de um enorme volume de dados, informações e conhecimentos circulam diariamente e geram outros conhecimentos, numa intensa e constante retroalimentação exacerbada pelo advento das novas tecnologias de informação e comunicação.

O documento final da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em sua Seção IV, Capítulo 40, intitulado "Informação para a Tomada de Decisão", enfatizou a necessidade de se incrementar as atividades de aquisição, avaliação e análise de dados utilizando novas tecnologias, tais como: sistema de informações geográficas (SIG), sensoriamento remoto (SR) e sistema de posicionamento global (GPS) (MARUYAMA; AKIYAMA, 2003).

Nos últimos anos, o uso de ferramentas e sistemas de informações geográficas tem se tornado amplo na sociedade. O GPS permite que usuários em terra, mar e ar determinem suas posições tridimensionais (latitude, longitude e altitude), velocidade e hora, 24 horas por dia independentemente de condições atmosféricas e em qualquer lugar do mundo (ROCHA, 2003). Interessantemente, o uso do satélite como ferramenta de posicionamento havia sido previsto ainda no início da década de 1960 (GREEN, 1961).

Outras aplicações da geoinformação são no planejamento das cidades, considerando o sistema urbano e seus componentes, com ênfase nas alterações de uso e cobertura do solo (DOYGUN; ALPHAN, 2006; EETVELDE; ANTROP, 2009; GEYMEN; BAZ, 2008), na análise e no monitoramento de condições climáticas (ODEKUNLE et al., 2007), na erradicação e no controle de zoonoses (FULLER et al., 2010; HAY et al., 1997) e na fitossanidade (APAN et al., 2004).

A disponibilidade de informações do planeta Terra adquiridas por satélites pode ajudar todos os países a obter melhor entendimento de como proteger seu ambiente, bem como garantir uma gestão mais eficiente e produtiva de seus recursos naturais. No entanto, para que os países em desenvolvimento possam compartilhar os benefícios inerentes à tecnologia de sensoriamento remoto deve haver um compromisso adequado e de longo prazo e um investimento no desenvolvimento de habilidades e conhecimentos da disciplina no nível local.

Segundo Cruz e Nagano (2008), “o conhecimento tácito é altamente pessoal e difícil de formalizar, o que dificulta sua transmissão e compartilhamento. Por outro lado, o conhecimento explícito pode ser expresso em palavras e números, sendo facilmente comunicado e compartilhado sob a forma de dados brutos, fórmulas científicas, princípios universais, especificações e manuais”.

1. Identificação da tecnologia

1.1. Nome/título

QUALISOLO – Variabilidade espacial dos índices de qualidade do solo para sistemas agropecuários

1.2. Objetivo estratégico PDE/PDU

| Objetivo estratégico PDE/PDU | |
|------------------------------|---|
| | Garantir a competitividade e a sustentabilidade da agricultura brasileira; |
| | Atingir um novo patamar tecnológico competitivo em agroenergia e biocombustíveis; |
| x | Intensificar o desenvolvimento de tecnologias para o uso sustentável dos biomas e a integração produtiva das regiões brasileiras; |
| | Prospectar a biodiversidade para o desenvolvimento de produtos diferenciados e com alto valor agregado para a exploração de novos segmentos de mercado; |
| | Contribuir para o avanço da fronteira do conhecimento e incorporar novas tecnologias, inclusive as emergentes; |
| | Não se aplica. |

1.3. Descrição sucinta

O projeto desenvolveu tecnologia para a obtenção dos índices de qualidade de solos considerando a variabilidade espacial das características físicas, químicas e biológicas nos sistemas produtivos e em vegetação natural com diferentes condições de uso e manejo do solo.

A qualidade do solo pode ser mensurada por meio do uso de indicadores, que, segundo Doran e Parkin (1994), são atributos que medem ou refletem o estado ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema, e podem ser classificados como físicos, químicos e biológicos. A avaliação da qualidade por meio de atributos do solo é bastante complexa devido à grande diversidade de usos, à multiplicidade de inter-relações entre fatores físicos, químicos e biológicos que controlam os processos e à existência da variabilidade espacial.

A conscientização da importância do solo na qualidade ambiental está cada vez mais evidente e possibilita a discussão sobre qualidade do solo, visando controlar a degradação dos recursos naturais e a sustentabilidade agrícola (BOUMA, 2002; HARTEMINK, 1998; VEZZANI, 2001).

O projeto foi elaborado na busca de uma metodologia para a obtenção dos índices de qualidade de solos considerando a variabilidade espacial das características físicas, químicas e biológicas, utilizando a análise

geoestatística como descrito por Grego e Vieira (2005), dos sistemas produtivos e de vegetação natural estabelecidos em diferentes condições de uso e manejo do solo.

Os sistemas produtivos agroenergéticos associados neste projeto são o da soja e da cana-de-açúcar, além de pastagem, que, na maioria das vezes, está inserida nos sistemas ao longo do tempo. A produção dessas culturas agroenergéticas está atualmente associada à produção de biocombustíveis, que, por sua vez, favorecem a sustentabilidade ambiental por meio da redução do uso de energia fóssil pela sociedade, diminuindo a emissão de gases de efeito estufa.

A tecnologia contribuiu para:

- (1) Obter os atributos indicadores da qualidade física, química e biológica do solo nos sistemas agropecuários (soja, cana-de-açúcar e pastagem) e em sistemas naturais (mata).
- (2) Analisar, por meio de métodos quantitativos, os atributos indicadores para cálculo dos índices físico, químico e biológico e geral de qualidade do solo.
- (3) Validar os atributos e o índice de qualidade do solo por meio da produtividade dos sistemas de produção agroenergéticos (soja, cana-de-açúcar) e pastagem.
- (4) Analisar a variabilidade espacial dos atributos e indicadores e do índice de qualidade do solo por meio da geoestatística.

Esta tecnologia permite conhecer a distribuição espacial dos índices de qualidade dos solos e suas relações e auxilia na otimização do manejo do solo dos sistemas agrícolas, minimizando os efeitos de degradação no ambiente e indicando o manejo ideal do solo, que o torna mais produtivo no curto, médio e longo prazo.

Como resultados do projeto, destacam-se a criação de uma base de dados dos indicadores de qualidade do solo e de produção das culturas e o desenvolvimento de uma metodologia científica para o cálculo dos índices de qualidade do solo, os quais serão disponibilizados por meio de artigos científicos, publicações internas da Embrapa, folders técnicos e eventos, como o Dia de Campo.

1.4. Ano de lançamento

O projeto teve início em 2009.

1.5. Ano de início de adoção

2012

1.6. Abrangência

Selecione os estados onde a tecnologia selecionada está sendo adotada:

| Nordeste | Norte | Centro Oeste | Sudeste | Sul |
|----------|-------|--------------|---------|-----|
| AL | AC | DF | ES | PR |
| BA | AM | GO | MG | RS |
| CE | AP | MS | RJ | SC |
| MA | PA | MT | SP | |
| PB | RO | | | |
| PE | RR | | | |
| PI | TO | | | |

1.7. Beneficiários

Pesquisadores, produtores rurais, gestores públicos responsáveis pelas políticas agrícolas e ambientais e a sociedade em geral.

2. Identificação dos impactos na cadeia produtiva

Desde o início dos anos 1990 houve maior conscientização da importância do solo na qualidade ambiental, e as discussões sobre qualidade do solo (QS), visando controlar a degradação dos recursos naturais, intensificaram-se (BOUMA, 2002; HARTEMINK, 1998; VEZZANI, 2001). A qualidade do solo, comumente avaliada por meio de análises físico-químicas, também pode ser mensurada por meio do uso de indicadores, que são atributos que medem ou refletem o estado ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema, como os atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

O estabelecimento de um índice de qualidade do solo, de acordo com Souza et al. (2003), é necessário e importante para identificar problemas de produção nas áreas agrícolas, fazer estimativas realísticas da produção de alimentos, monitorar mudanças na sustentabilidade e qualidade ambiental em relação ao manejo agrícola e orientar políticas governamentais voltadas para o seu uso sustentável. O levantamento dos principais atributos físicos e químicos do solo, indicadores da qualidade avaliados conjuntamente por Valladares et al. (2007) para solos da região nordeste do Estado de São Paulo, demonstraram que os solos sob vegetação nativa tendem a apresentar melhor qualidade do ponto de vista físico e os solos agrícolas apresentam-se melhores do ponto de vista químico, considerando como função do solo a sustentabilidade da produção agrícola.

Atualmente considera-se também a necessidade de indicadores biológicos, como a diversidade e atividade microbiana, pois os processos microbiológicos são bastante sensíveis às mudanças no ecossistema. Recentemente, estudos sobre bioindicadores de Araújo e Monteiro (2007) mostram que os microrganismos do solo, por suas características como a abundância e atividade bioquímica e metabólica, além de proporcionar respostas mais rápidas a mudanças no ambiente apresentam alto potencial de uso na avaliação da qualidade do solo. Amacher et al. (2007) propuseram um índice para avaliar a qualidade de sistemas florestais, integrando diversos parâmetros físicos e químicos. Zornoza et al. (2007) propuseram índice para solos de florestas no Mediterrâneo, utilizando regressão linear múltipla, considerando os mesmos parâmetros e acrescentando características biológicas, como biomassa microbiana e respiração do solo.

Fatores como o tipo de solo, o relevo, a geologia e os processos erosivos, segundo Ramalho et al. (2000) e Costa (2002), influenciam a distribuição espacial dos indicadores de qualidade do solo e a sua capacidade produtiva. Áreas extremamente heterogêneas, onde a variação espacial e temporal das propriedades do solo afeta o rendimento das culturas, levam os agricultores e especialistas em solos a se preocuparem com o problema, na tentativa de otimização dos recursos para os sistemas. Dessa maneira, sistemas de informações geográficas, que ajudam a identificar espacialmente os pontos de amostragem, e análise da variabilidade espacial utilizando técnicas como a geoestatística (GREGO et al., 2006; VIEIRA, 2000) são ferramentas poderosas no estudo das relações dos indicadores dos índices de qualidade do solo por possibilitarem a análise das variações espaciais que irão colaborar para a interpretação dos resultados obtidos nos sistemas produtivos agropecuários.

O conhecimento da distribuição espacial dos índices de qualidade dos solos e de suas relações auxilia na otimização do manejo mais adequado, minimizando os efeitos de degradação no ambiente e auxiliando na indicação do manejo do solo e na sustentabilidade das cadeias produtivas em estudo.

3. Avaliação dos impactos econômicos

3.1. Avaliação dos impactos econômicos

| Indicadores | Não se aplica | Participação da Embrapa (%) | Área de adoção(A) | Ganho líquido(B) | Benefício econômico(C) |
|--|---------------|-----------------------------|-------------------|------------------|------------------------|
| 1. Incremento de produtividade | X | - | - | - | - |
| 2. Redução de custos | X | - | - | - | - |
| 3. Expansão da produção para novas áreas | X | - | - | - | - |
| 4. Agregação de valor | X | - | - | - | - |

3.2. Análise dos impactos econômicos

A tecnologia fornece informações sistematizadas, mas seu impacto em processos econômicos para a formulação de políticas públicas é um fator limitante para a avaliação.

Parte da dificuldade da mensuração dos impactos advém do caráter básico e local da tecnologia para os diferentes setores da agropecuária. As medições supracitadas derivam do desempenho econômico e de seus impactos diretos e indiretos nessas atividades, e é necessário o acompanhamento sistemático desses efeitos, o que não é possível a curto prazo e envolve a aplicação de recursos financeiros significativos, de modo que possam ser capturados os efeitos do aumento da produtividade e da expansão em novas áreas usando indicadores que devem surgir dos acompanhamentos sistemáticos. A evolução econômica da tecnologia então, não pode ser mensurada neste momento, sendo necessários alguns anos para que se tenha parâmetros para quantificar essa evolução.

No curto prazo, o principal impacto esperado é, por meio da divulgação da tecnologia por meio de eventos (dia de campo) e publicações técnicas, a redução de custos para a tomada de decisão pelos agentes de assistência técnica, em termos de redução de custos de oportunidade de mão de obra e custo com serviços e materiais para a obtenção de informações.

3.3. Fonte de dados

Literatura regional e dada gerada pela pesquisa dos parceiros e colaboradores da tecnologia que compõem o quadro de pesquisadores e analistas da Embrapa Monitoramento por Satélite. A maior participação foi da Embrapa Monitoramento por Satélite (em torno de 70%) e a restante, dos parceiros:

- Universidade Federal do Ceará (UFC)
- Embrapa Solos - Centro Nacional Pesquisa de Solos (CNPS)
- Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)
- Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)
- Programa de pós graduação CENA USP
- Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
- Instituto de Zootecnia (IZ)

4. Avaliação dos impactos sociais

4.1. Avaliação dos impactos sociais

A Unidade utilizou a metodologia Ambitec-Social:(X) sim () não.

A metodologia Ambitec tem sido utilizada como pré-requisito para a avaliação de impacto ambiental e social das tecnologias produzidas pelas Unidades da Embrapa. Essa metodologia está centrada em critérios quantificáveis e bem estabelecidos da produção agrícola e visa quantificar o impacto de determinada cultura ou processo no ambiente por meio de um mecanismo simples e de baixo custo (RODRIGUES et al., 2003).

Posteriormente, foi adicionado um novo módulo ao Ambitec, o Ambitec-Social (MONTEIRO; RODRIGUES, 2006), e recentemente o Ambitec-Agro sofreu a incorporação de indicadores do ciclo de vida de produtos agroindustriais (FIGUEIRÊDO et al., 2010a, 2010b).

Impactos sociais – Aspecto: Capacitação

| Tipo de capacitação | Fator de ponderação | Coefficiente de alteração | Escala | Coefficiente de impacto |
|------------------------------------|---------------------|---------------------------|--------|-------------------------|
| Capacitação local de curta duração | 0,25 | 3 | 5 | 3,75 |
| Especialização de curta duração | 0,25 | 0 | 5 | 0 |
| Oficial regular | 0,20 | 0 | 5 | 0,0 |
| Nível de capacitação | | | | |
| Básico | 0,10 | 0 | 5 | 0,0 |
| Técnico | 0,10 | 1 | 5 | 0,50 |
| Superior | 0,10 | 0 | 5 | 0,0 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 4,3 |

O desenvolvimento de atividades agropecuárias considerando as informações definidas na tecnologia proporciona um impacto positivo nos indicadores sociais relacionados à capacitação. Metodologicamente há um impacto positivo para a capacitação local de curta duração e para o nível técnico. Esses resultados justificam-se, porque a tecnologia requer conhecimento básico mínimo para que a sugestão técnica para a exploração da qualidade do solo em sistemas agropecuários com base nela seja realmente compreendida e colocada em prática, por isso é desejável a capacitação de pessoas para implantar as recomendações. Para os demais tipos de capacitação e níveis de capacitação, verifica-se coeficiente de alteração igual a zero, ou seja, eles não contribuem para aumento nem mesmo diminuição do coeficiente de impacto para o aspecto “capacitação”. A contribuição desse aspecto teve um valor positivo de 4,3 no Sistema Ambitec.

Impactos sociais – Aspecto: Oportunidade de emprego local qualificado

| Origem do trabalhador | Fator de ponderação | Coefficiente de alteração | Escala | Coefficiente de impacto |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------------|--------|-------------------------|
| Propriedade | 0,25 | 0 | 1 | 0,0 |
| Local | 0,20 | 0 | 1 | 0,0 |
| Município | 0,15 | 0 | 1 | 0,0 |
| Região | 0,10 | 0 | 1 | 0,0 |
| Qualificação para a atividade | | | | |
| Braçal | 0,025 | 0 | 1 | 0,0 |
| Braçal especializado | 0,05 | 1 | 1 | 0,05 |
| Técnico nível médio | 0,10 | 1 | 1 | 0,10 |
| Técnico superior | 0,125 | 0 | 1 | 0,0 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 0,15 |

Verifica-se um coeficiente de impacto positivo nos indicadores da ordem de 0,15 quanto ao aspecto "oportunidade de emprego local qualificado". Não há impacto da tecnologia em relação à origem do trabalhador e em relação à qualificação da tecnologia. Exige-se melhora da qualificação para os trabalhadores braçais e técnicos de nível médio. Há, então, uma exigência para que os proprietários invistam na qualificação desses trabalhadores, o que pode levar a um ganho na qualificação da atividade e, ao mesmo tempo, a uma valorização dos trabalhadores qualificados.

Impactos sociais –Aspecto: Oferta de emprego e condição do trabalhador

| Condição do trabalhador | Fator de ponderação | Coefficiente de alteração | Escala | Coefficiente de impacto |
|-------------------------------|---------------------|---------------------------|--------|-------------------------|
| Temporário | 0,10 | 0 | 1 | 0,0 |
| Permanente | 0,20 | 1 | 1 | 0,20 |
| Parceiro/meeiro | 0,35 | 0 | 1 | 0,0 |
| Familiar | 0,35 | 0 | 1 | 0,0 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 0,20 |

O coeficiente de impacto na oferta de emprego e condição do trabalhador foi de 0,2, e somente os trabalhadores permanentes são contemplados no processo, porque não se obtêm resultados da tecnologia no curto prazo. Buscar a melhoria na qualidade do solo pode promover a fixação de trabalhadores ao excluir do processo os parceiros/meeiros e os de condição familiar que dificilmente dispõem de recursos para a adoção da tecnologia.

Impactos sociais – Aspecto: Qualidade do emprego

| Legislação trabalhista | Fator de ponderação | Coeficiente de alteração | Escala | Coeficiente de impacto |
|--------------------------------|---------------------|--------------------------|--------|------------------------|
| Prevenção do trabalho infantil | 0,20 | 0 | 5 | 0,00 |
| Jornada de trabalho < 44 h | 0,20 | 0 | 5 | 0,00 |
| Registro | 0,20 | 1 | 5 | 1,00 |
| Contribuição previdenciária | 0,20 | 1 | 5 | 1,00 |
| Benefícios | | | | |
| Auxílio moradia | 0,05 | 0 | 5 | 0,00 |
| Auxílio alimentação | 0,05 | 0 | 5 | 0,00 |
| Auxílio transporte | 0,05 | 0 | 5 | 0,00 |
| Auxílio saúde | 0,05 | 0 | 5 | 0,00 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 2,5 |

Em relação à legislação trabalhista, há um aspecto positivo somente quanto ao registro e à contribuição previdenciária, justificado pelo aspecto de oferta de emprego permanente. Há coerência de que o registro está atrelado às contribuições previdenciárias, e o coeficiente de impacto deste aspecto foi de 2,5.

Impactos sociais - Aspecto: Geração de renda

| Atributos da renda | Fator de ponderação | Coeficiente de alteração | Escala | Coeficiente de impacto |
|-------------------------------|---------------------|--------------------------|--------|------------------------|
| Segurança | 0,25 | 1 | 5 | 1,25 |
| Estabilidade | 0,25 | 1 | 5 | 1,25 |
| Distribuição | 0,25 | 0 | 5 | 0,0 |
| Montante | 0,25 | 0 | 5 | 0,0 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 2,50 |

Observa-se impacto quanto aos atributos de renda representados por segurança e estabilidade. É entendido que a tecnologia proporciona desenvolvimento sustentável e que as articulações da agropecuária promovem melhorias na estabilidade da renda do produtor rural. Em geral, o coeficiente de impacto foi de 2,5.

Impactos sociais - Aspecto: Diversidade de fontes de renda

| Variáveis de diversificação de renda | Fator de ponderação | Coeficiente de alteração | Escala | Coeficiente de impacto |
|--|---------------------|--------------------------|--------|------------------------|
| Agropecuária no estabelecimento | 0,25 | 1 | 5 | 1,25 |
| Não agropecuária no estabelecimento | 0,25 | 0 | 5 | 0,0 |
| Oportunidade de trabalho fora do estabelecimento | 0,15 | 1 | 5 | 0,75 |
| Ramificação empresarial | 0,20 | 1 | 5 | 0,0 |
| Aplicações financeiras | 0,15 | 0 | 5 | 0,0 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 2,0 |

De acordo com os colaboradores e a fonte de dados da pesquisa, há impacto da diversidade de fontes de renda quanto à agropecuária no estabelecimento e quanto à oportunidade de trabalho fora do estabelecimento. Isso se justifica porque a tecnologia estuda a qualidade do solo das atividades de soja, cana-de-açúcar e pastagem, e pode ser aplicada a outras áreas com condições semelhantes às deste estudo. O conhecimento adquirido poderá ser utilizado em outras atividades agropecuárias e outras oportunidades de trabalho poderão surgir. O coeficiente de impacto foi de 2,0.

Impactos sociais – Aspecto: Valor da propriedade

| Variáveis de valor da propriedade | Fator de ponderação | Coeficiente de alteração | Escala | Coeficiente de impacto |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------------|--------|------------------------|
| Investimento em benfeitorias | 0,25 | 1 | 5 | 1,25 |
| Conservação dos recursos naturais | 0,25 | 1 | 5 | 1,50 |
| Preços de produtos e serviços | 0,20 | 0 | 5 | 0,0 |

| | | | | |
|--|------|---|---|-------------|
| Conformidade com a legislação | 0,15 | 1 | 5 | 0,75 |
| Infraestrutura/política tributária, etc. | 0,15 | 0 | 5 | 0,00 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 3,50 |

O valor de 3,50 obtido no coeficiente de impacto para o aspecto do "valor da propriedade" ilustra o quanto a tecnologia valoriza a propriedade do produtor rural. O ponto fraco desse conjunto de indicadores foram os itens "preços de produtos" e "infraestrutura", que obtiveram valor igual a zero, o que ilustra que, no curto prazo, a tecnologia não impacta esses aspectos. O de maior valor foi o de "conservação dos recursos naturais", pois o impacto é grande na medida em que se busca quantificar e melhorar a qualidade do solo.

Impactos sociais – Aspecto: Saúde ambiental e pessoal

| Variáveis de saúde ambiental e pessoal | Fator de ponderação | Coefficiente de alteração | Escala | Coefficiente de impacto |
|--|---------------------|---------------------------|--------|-------------------------|
| Focos de vetores de doenças endêmicas | -0,20 | 0 | 1 | 0,0 |
| Emissão de poluentes atmosféricos | -0,20 | 0 | 1 | 0,0 |
| Emissão de poluentes hídricos | -0,20 | -1 | 1 | 0,2 |
| Geração de contaminantes do solo | -0,20 | -1 | 1 | 0,2 |
| Dificuldades de acesso a esporte e lazer | -0,20 | 0 | 1 | 0,0 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 0,4 |

Na questão de saúde e pessoal, os números indicam que a tecnologia produz pouco efeito, ou seja, seu impacto é 0,4. Considerando-se que a tecnologia estuda solos e ambiente, os únicos impactos foram identificados quanto à emissão de poluentes hídricos e contaminantes do solo. Fica claro que a intensificação da atividade melhora a saúde ambiental.

Impactos sociais – Aspecto: Segurança e saúde ocupacional

| Exposição e periculosidade e fatores de insalubridade | Fator de ponderação | Coefficiente de alteração | Escala | Coefficiente de impacto |
|---|---------------------|---------------------------|--------|-------------------------|
| Periculosidade | -0,20 | 0 | 1 | 0,0 |
| Ruído | -0,10 | 0 | 1 | 0,0 |
| Vibração | -0,10 | 0 | 1 | 0,0 |
| Calor/frio | -0,10 | 0 | 1 | 0,0 |
| Umidade | -0,10 | 0 | 1 | 0,0 |
| Agentes químicos | -0,20 | 0 | 1 | 0,0 |
| Agentes biológicos | -0,20 | 0 | 1 | 0,0 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 0,0 |

O quadro acima (segurança e saúde ocupacional) deixa claro que a aplicação de tecnologias no campo não altera itens como periculosidade, ruído, vibração, calor/frio, umidade, agentes químicos e biológicos. Houve indicadores de difícil percepção, como os agentes químicos, que devem ser discutidos previamente com os usuários.

Impactos sociais – Aspecto: Segurança alimentar

| Variáveis de segurança alimentar | Fator de ponderação | Coefficiente de alteração | Escala | Coefficiente de impacto |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------------|--------|-------------------------|
| Garantia da produção | 0,3 | 1 | 1 | 0,30 |
| Quantidade de alimento | 0,3 | 1 | 1 | 0,3 |
| Qualidade nutricional do alimento | 0,4 | 0 | 1 | 0,0 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 0,60 |

A avaliação relacionada à segurança alimentar obteve coeficiente de impacto igual a 0,6, um bom índice que reflete que o uso da tecnologia contribui para a garantia da produção e a quantidade do alimento. Esses resultados não evidenciam para os respondentes que a garantia da produção está alinhada com a qualidade do produto devido aos objetivos e resultados do projeto.

Impactos sociais – Aspecto da gestão e administração: Dedicção e perfil do responsável

| Variáveis de dedicação do responsável | Fator de ponderação | Coefficiente de alteração | Escala | Coefficiente de impacto |
|---|---------------------|---------------------------|--------|-------------------------|
| Capacitação dirigida à atividade | 0,20 | 1 | 5 | 1,0 |
| Horas de permanência no estabelecimento | 0,20 | 1 | 5 | 1,0 |
| Engajamento familiar | 0,15 | 0 | 5 | 0,0 |
| Uso de sistema contábil | 0,15 | 0 | 5 | 0,0 |
| Modelo formal de planejamento | 0,15 | 1 | 5 | 0,75 |
| Sistema de certificação/rotulagem | 0,15 | 0 | 5 | 0,0 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 2,75 |

O quadro sobre os aspectos da gestão e administração obteve um coeficiente de impacto de 2,75. Esse coeficiente justifica-se pelo fato de a tecnologia exigir dedicação e administração profissional e um modelo formal de planejamento. Fica explícito que, muito embora vejam a administração rural como um instrumento para aprimoramento no nível da propriedade rural, os produtores não conseguem visualizar que o engajamento familiar e a implantação de certificação/rotulagem podem contribuir para o melhor desempenho de sua propriedade.

Impactos sociais – Aspecto da gestão e administração: Condição de comercialização

| Variáveis de comercialização | Fator de ponderação | Coefficiente de alteração | Escala | Coefficiente de impacto |
|--|---------------------|---------------------------|--------|-------------------------|
| Venda direta/antecipada/cooperada | 0,15 | 0 | 1 | 0,0 |
| Processamento local | 0,15 | 0 | 1 | 0,0 |
| Armazenamento local | 0,15 | 0 | 1 | 0,0 |
| Transporte próprio | 0,15 | 0 | 1 | 0,0 |
| Propaganda/marca própria | 0,15 | 0 | 1 | 0,0 |
| Encadeamento com produtos/atividades/serviços anteriores | 0,15 | 0 | 1 | 0,0 |
| Cooperação com outros produtores locais | 0,10 | 0 | 1 | 0,0 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 0,0 |

A condição de comercialização obteve coeficiente de impacto zero, posto que há fatores que estão fora do elo da tecnologia de estudo da qualidade do solo.

Impactos sociais – Aspecto da gestão e administração: Disposição de resíduos

| Variáveis de tratamento de resíduos domésticos | Fator de ponderação | Coefficiente de alteração | Escala | Coefficiente de impacto |
|--|---------------------|---------------------------|--------|-------------------------|
| Coleta seletiva | 0,20 | 0 | 5 | 0,0 |
| Compostagem/reaproveitamento | 0,20 | 0 | 5 | 0,0 |
| Disposição sanitária | 0,20 | 0 | 5 | 0,0 |
| Variáveis de tratamento de resíduos da produção | | | | |
| Reaproveitamento | 0,20 | 0 | 5 | 0,0 |
| Destinação ou tratamento final | 0,20 | 0 | 5 | 0,0 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 0,0 |

Estes resultados refletem que não há relação direta e de curto prazo do estudo da variabilidade espacial da qualidade do solo com a disposição de resíduos.

Impactos sociais – Aspecto da gestão e administração: Relacionamento institucional

| Variáveis de alcance institucional | Fator de ponderação | Coefficiente de alteração | Escala | Coefficiente de impacto |
|--|---------------------|---------------------------|--------|-------------------------|
| Utilização de assistência técnica | 0,20 | 1 | 5 | 1,0 |
| Associativismo/cooperativismo | 0,20 | 0 | 5 | 0,0 |
| Filiação tecnológica nominal | 0,15 | 0 | 5 | 0,0 |
| Utilização de assessoria legal/vistoria | 0,15 | 0 | 5 | 0,00 |
| Variáveis de capacitação contínua | | | | |
| Gerente | 0,15 | 1 | 5 | 0,75 |
| Empregados especializados | 0,15 | 1 | 5 | 0,75 |
| COEFICIENTE DE IMPACTO | | | | 2,50 |

O relacionamento institucional da tecnologia apresenta aspectos positivos para utilização de assistência técnica, empregados especializados e gerente. Ficam evidentes os benefícios que os produtores podem obter com

a assistência técnica e, com isso, poderá haver formação de empregados especializados para melhorar o relacionamento institucional na categoria de gerente. Muitos produtores rurais que já se preocupam com a qualidade do solo utilizam os serviços da assistência técnica.

4.2. Índice de impacto social

O desenvolvimento econômico, social e o meio ambiente estão indissolavelmente vinculados e devem ser tratados mediante a mudança do conteúdo, das modalidades e das utilizações do crescimento, devendo ser levados em consideração critérios fundamentais de equidade social, prudência ecológica e eficiência econômica.

Os problemas causados pela falta de adoção de práticas conservacionistas de solo no setor agropecuário podem levar a uma série de efeitos indesejáveis no setor produtivo e atingir o meio ambiente. O uso de determinadas práticas de manejo inadequadas, o uso indiscriminado de produtos fitossanitários, etc. podem exceder a capacidade assimilativa dos recursos ambientais, afetando a oferta de serviços e implicando impactos sociais negativos.

As evidências empíricas da maioria dos impactos sociais são positivas, porém não se pode afirmar isso categoricamente para o curto prazo, pois, em se tratando de fontes de renovação lenta como solo e ambiente, a influência nos aspectos sociais só pode ser modificada ao longo dos anos.

O índice geral do impacto social portanto foi positivo no valor de 1,49.

4.3. Fonte dos dados

Este relatório foi gerado mediante pesquisa com a equipe executora e colaboradora do projeto QUALISOLO, que é composta pelo quadro de pesquisadores e analistas da Embrapa Monitoramento por Satélite e por dois parceiros externos (um do Instituto Agronômico de Campinas e outro do Instituto de Zootecnia), por meio de resposta a questionários enviados por correio eletrônico.

4.4. Impactos sobre o emprego

As abordagens propostas na tecnologia nos municípios de Mogi Mirim, Campinas e Nova Odessa, fortemente relacionadas com a avaliação de manejos do solo em face das demandas agroenergéticas (sistemas produtivos da soja, cana-de-açúcar e pastagem), envolvem questões como a obtenção, em campo, dos atributos mensuráveis do solo (físicos, químicos e biológicos) que são indicadores da sua qualidade, permitindo a correta caracterização dos sistemas produtivos presentes e a comparação com a capacidade produtiva do solo. Após a realização do levantamento, a sistematização do conhecimento sobre os processos de qualidade do solo, considerando a variabilidade espacial dos indicadores e índices de qualidade do solo, favorece a disseminação e a transferência do conhecimento de forma mais eficaz e eficiente, contribuindo com os processos de tomada de decisão.

Para avaliar o impacto sobre o emprego, consideramos que as propriedades têm necessidade de ter o acompanhamento de pelo menos um técnico para o emprego das técnicas preconizadas pela tecnologia. Estudos do Levantamento Censitário das Unidades de Produção – LUPA – (2007/2008) consideram que, no Estado de São Paulo, há 47.721 propriedades que exploram a pecuária de corte, 29.728 propriedades que exploram a pecuária leiteira e 116.026 propriedades que exploram a pecuária mista, portanto partimos das seguintes premissas:

- a) Exclusão das propriedades que exploram a pecuária mista por serem pequenos produtores rurais que têm baixa capacidade de investir na atividade agrícola.
- b) A soma das propriedades de pecuária leiteira e de corte totaliza 67.449 propriedades.

- c) Foram consideradas 10% das propriedades leiteira e de corte, o que perfaz cerca de 6.744 propriedades.
- d) Cada técnico é capaz de atender 50 propriedades, o que corresponde à contratação de 134 técnicos diretos.

Assim, o impacto sobre o emprego da tecnologia para o Estado de São Paulo corresponde a 134 empregos diretos para a pecuária.

- a) Para a soja, há 7.816 propriedades que exploram a atividade. Considerando-se que 10% dessas propriedades devem contratar pelo menos um técnico, tem-se impacto em cerca de 750 propriedades.
- b) Considerando-se que um técnico atenda 50 propriedades, então tem-se a contratação de 15 empregos diretos.

Para a exploração da cana-de-açúcar, o LUPA considerou 99.799 propriedades. Como as usinas e grande parte dos produtores são atendidos pela assistência técnica estadual (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, CATI) e privada, consideramos que somente 5% das propriedades necessitam de assistência técnica, o que perfaz cerca de 4.989 propriedades. Considerando-se que um técnico assista 50 propriedades, teremos um total de 99 empregos gerados no Estado de São Paulo.

Consideradas, então, as três atividades agrícolas (cana-de-açúcar, pastagens e soja), a tecnologia gera cerca de 248 empregos diretos.

5. Avaliação dos impactos ambientais

A Unidade utilizou a metodologia Ambitec: () sim (x) não.

Utilizou-se como fundamento básico a análise multicritério de apoio à decisão, que se baseia em um paradigma construtivista, cujas convicções que norteiam o modelo são: (i) a consideração simultânea dos elementos de natureza objetiva e subjetiva; e (ii) a convicção construtivista, que tem a participação e a aprendizagem dos decisores como pilares do paradigma.

No processamento metodológico, foram consideradas três fases de execução, que podem definidas como estruturação, avaliação e recomendações, conforme ilustrado na Figura 1.

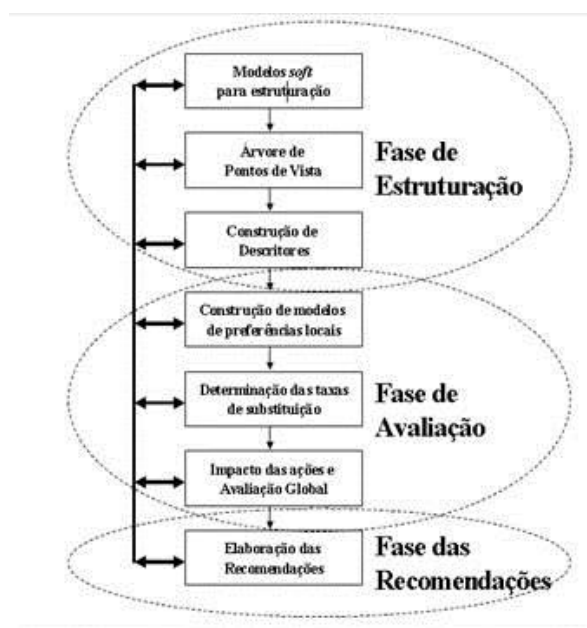


Figura 1. Processo da abordagem multicritério de apoio à decisão.

Fonte: Ensslin (2001)

O método utilizado, Measuring Attractiveness by a categorical based Evaluation Technique (MACBETH), foi desenvolvido por Bana e Costa e Vansnick (1995), e é um método de julgamento semântico. Nele, as funções de valor são obtidas mediante julgamentos semânticos realizados através da comparação da diferença de atratividade entre duas linhas de ação quaisquer, sempre aos pares. Este fato simplifica bastante o julgamento do decisor e, com isso, tenta contornar as limitações encontradas em outros métodos. Uma visão clara, completa e atualizada do método pode ser obtida em (BANA e COSTA et al., 2003).

O método MACBETH tem como premissa a coerência do decisor, e é reconhecida a dificuldade encontrada por um decisor de manter-se coerente à medida que o número de alternativas e critérios aumenta. Para contornar tal fato, o programa faz a análise da coerência cardinal e semântica e sugere, caso necessário, como contorná-la a partir da resolução utilizando problemas de programação linear (MELLO et al. 2002). Assim, o método MACBETH nada mais é que um processo iterativo, no qual, após a elaboração dos julgamentos sobre as diferenças de atratividade, é construída uma escala cardinal de valor sobre o conjunto de alternativas. Em seguida, são verificadas eventuais inconsistências e, posteriormente, é determinada uma escala de valor cardinal que representa os julgamentos de valor do decisor. A escala obtida e normalizada fornece os valores dos pesos para as alternativas em avaliação, o que possibilita o uso de um modelo de agregação, em geral, aditivo. Os pesos propostos pelo MACBETH devem passar por um processo de validação junto ao decisor, que realiza uma análise de sensibilidade dos pesos sugeridos dentro dos intervalos permitidos. Segundo Bana e Costa e Vansnick (1995), apenas após essa análise e os eventuais ajustes realizados é que fica caracterizada a construção da escala cardinal de valores. No entanto, apesar de fornecer um intervalo para os pesos, o método MACBETH sugere um determinado peso dentro desse intervalo, com base na otimização de uma função.

5.1. Avaliação dos impactos ambientais

Primeiramente os impactos ambientais foram divididos de acordo com os sistemas das culturas agropecuárias avaliadas pela tecnologia: pastagem, soja e cana-de-açúcar. Em cada uma delas foram escolhidas as variáveis de maior impacto e desconsideradas as que são diretamente correlacionadas, para eliminar redundâncias.

Entre os atributos químicos, foram considerados matéria orgânica, saturação de bases e fósforo; entre os biológicos, o fluxo de CO₂; e entre os físicos, a densidade do solo e a sua resistência à penetração.

Para a análise multicritério, foi adotada a condição inicial neutra em todos os critérios e as seguintes questões foram respondidas:

Questão 1. Supondo que se possa escolher um critério para passar do nível neutro para o nível bom, qual seria esse critério (matéria orgânica no solo ou fluxo de CO₂, atividade microbiológica do solo ou densidade do solo e resistência a penetração do solo)?

Questão 2. Quão importante seria a melhoria de passar de neutro para bom no critério escolhido? (muito fraca; fraca; moderada; forte; muito forte; extrema?)

A questão 1 foi repetida para os critérios restantes e, em seguida, foi repetida a questão 2.

5.1.1 Índice de impacto para área de pastagem

Como resultado do impacto ambiental do solo no sistema de pastagem (Figura 2), a pontuação indica maior peso para a matéria orgânica do solo (MOS) e menor para o fósforo. Este resultado é coerente, porque a

matéria orgânica do solo também é utilizada como indicador de fertilidade e de maior divulgação em análise de solo com finalidade de recomendação de adubação. De fato, é considerada também indicadora da qualidade do solo, na medida em que sustenta a produtividade biológica, mantém a qualidade ambiental e promove a saúde de plantas e animais. A MOS afeta as características físicas (retenção de umidade, arejamento, infiltração de água, penetração radicular entre outros), químicas (aumento na capacidade de retenção de nutrientes e sua disponibilidade, especialmente o nitrogênio (N) e diminuição da toxidez de Al, e biológicas (quantidade e qualidade da biomassa microbiana do solo).

Quanto ao fósforo, o baixo impacto ambiental está associado por ser um elemento que pode não estar prontamente disponível para a planta, mas estar adsorvido nos colóides do solo. Estudos têm relacionado a capacidade de adsorção de fósforo dos solos com o teor de argila e superfície específica.

INDICE PASTAGEM - QUALISOLO

Tabela de pontuações

| Opções | Global | DensResistSolo | InfiltraçãoÁguaSolo | FluxoCO2 | V% | M.O. Solo | P |
|---------------|--------|----------------|---------------------|----------|--------|-----------|--------|
| propr 1 | 47.55 | 25.00 | -200.00 | -40.00 | -30.00 | 300.00 | 50.00 |
| [tudo sup.] | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| [tudo inf.] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Pesos: | | 0.2100 | 0.1200 | 0.1700 | 0.1800 | 0.2500 | 0.0700 |

Figura 2. Resultado do impacto ambiental do solo no sistema de pastagem.

O impacto ambiental relacionado à qualidade do solo para a pastagem foi de 47,55 % em relação ao nível bom (100%) e ao nível mínimo (0%). Portanto, o impacto foi positivo e acima do nível mínimo aceitável para a pastagem avaliada, e pode ser aplicado em áreas com condições similares de solo, clima e vegetação.

5.1.1 Índice de impacto para área de soja

Como resultado do impacto ambiental do solo no sistema da cultura da soja (Figura 3), a pontuação indica maior peso para a densidade do solo e resistência à penetração e menor para o fósforo.

Este resultado do impacto ambiental positivo na soja pode ser explicado principalmente pela importância da densidade do solo no sistema avaliado. A densidade do solo, em sistemas de semeadura direta em solos argilosos como o sistema avaliado, exige melhor acompanhamento, pois pode ocorrer a compactação do solo e o aumento da sua densidade em função do arranjo das partículas primárias (argila, silte e areia). Quando o solo é submetido a uma pressão (máquinas), há redução do espaço aéreo, o que aumenta a sua densidade aparente. Normalmente os solos formados por partículas pequenas, como o solo avaliado, e de diferentes tamanhos, são mais facilmente compactados, porque as partículas pequenas podem ser encaixadas nos espaços formados entre partículas maiores, formando camadas de impedimento com baixa macroporosidade. O sistema de semeadura direta avaliado é a melhor alternativa para recuperar a matéria orgânica e o estado de agregação dos solos, e possibilita que eles proporcionem, com o passar dos anos, redução da compactação, que deve ser monitorada para definição do seu real efeito sobre o desenvolvimento da soja.

Para o menor impacto ambiental, o fósforo, ocorreu o mesmo que para a pastagem.

| Opções | Global | DensResistSolo | InfiltraçãoÁguaSolo | FluxoCO2 | pH-V% | M.O. Solo | P |
|---------------|--------|----------------|---------------------|----------|--------|-----------|--------|
| Prop1 | 114.95 | 80.00 | 160.00 | 75.00 | 40.00 | 200.00 | 350.00 |
| [tudo sup.] | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| [tudo inf.] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Pesos : | | 0.3400 | 0.1600 | 0.1700 | 0.1600 | 0.1100 | 0.0600 |

Figura 3. Resultado do impacto ambiental do solo na cultura da soja.

O impacto ambiental relacionado à qualidade do solo para a soja foi de 114,95 % em relação ao nível bom (100%) e ao nível mínimo (0%). Portanto, o impacto foi positivo e acima do nível bom para a área de soja avaliada, e pode ser aplicado em áreas com condições similares de solo, clima e vegetação.

5.1.1 Índice de impacto para área de cana-de-açúcar

Como resultado do impacto ambiental do solo no sistema da cultura da cana-de-açúcar (Figura 4), a pontuação indica maior peso para a densidade do solo e resistência à penetração e menor para o fósforo, igual ao ocorrido para a soja.

Esta semelhança deve-se, em grande parte, ao sistema de manejo do solo ser, para a soja e para a cana-de-açúcar, o de semeadura direta, no qual o revolvimento do solo dá-se apenas durante a operação de plantio ou semeadura. Assim, a densidade do solo é fortemente melhorada com o passar dos anos, o que indica um peso do impacto ambiental maior (0,35).

| Opções | Global | DensResistSolo | InfiltraçãoÁguaSolo | FluxoCO2 | pH-V% | M.O. Solo | P |
|---------------|--------|----------------|---------------------|----------|--------|-----------|--------|
| Prop1 | 67.01 | 50.00 | 150.00 | -50.00 | 67.00 | 167.00 | 57.00 |
| [tudo sup.] | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| [tudo inf.] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Pesos : | | 0.3500 | 0.1500 | 0.1700 | 0.1089 | 0.1419 | 0.0792 |

Figura 4. Resultado do impacto ambiental do solo na cultura da cana-de-açúcar.

O impacto ambiental relacionado à qualidade do solo para a cana-de-açúcar foi de 67,01 % em relação ao nível bom (100%) e ao nível mínimo (0%). Portanto, o impacto global foi positivo e acima do nível mínimo aceitável para a área de cana-de-açúcar avaliada, considerados todos os atributos avaliados, físicos, químicos e biológicos, do solo.

5.2. Fonte de dados

Foram utilizados a literatura disponível e o conhecimento da equipe do projeto da Embrapa Monitoramento por Satélite (40%). Em especial a colaboração do colaborador Ranulfo Paiva Sobrinho, professor da Unicamp, que é detentor do conhecimento da metodologia e realizou todos os procedimentos no software Macbeth (50% de colaboração) e os demais parceiros do projeto (10%):

Universidade Federal do Ceará (UFC)
 Embrapa Solos – Centro Nacional Pesquisa de Solos (CNPIS)
 Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)
 Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)
 Programa de pós-graduação do CENA-USP
 Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
 Instituto de Zootecnia (IZ)

6. Avaliação dos impactos sobre conhecimento, capacitação e político-institucionais

6.1. Impactos sobre o conhecimento

| Indicadores | Se aplica (Sim/Não) | Avaliador 1 | Avaliador 2 | Avaliador 3 | Média |
|--|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Nível de geração de novos conhecimentos | sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Grau de inovação das novas técnicas e métodos gerados | sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Nível de intercâmbio de conhecimento | sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Diversidade dos conhecimentos aprendidos | sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Patentes protegidas | não | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Artigos técnico-científicos publicados em periódicos indexados | sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Teses desenvolvidas a partir da tecnologia | não | 0 | 0 | 0 | 0 |

A proposta do projeto apresenta elevado potencial para intercâmbio de conhecimento, devido à disponibilização de várias tecnologias voltadas à qualidade do solo nos sistemas de cultivo de cana-de-açúcar, soja e pastagem. Além disso, o projeto tem forte articulação com instituições de pesquisa e universidades e apresenta potencial para interação com outras instituições parceiras. A diversidade dos conhecimentos também é elevada, devido à multidisciplinaridade do assunto, além da interação com técnicas de geoestatística e de manejo e conservação do solo.

A aplicação da tecnologia e de suas ferramentas deverá agir positivamente sobre os interessados da área de estudo, com possibilidade de extrapolação para outras áreas e regiões. Todas as informações iconográficas serão disponibilizadas gratuitamente no site da Embrapa Monitoramento por Satélite e poderão ser utilizadas por gestores de políticas públicas, grandes e pequenos agropecuaristas. Segue a lista de publicações:

GREGO, C. R.; RODRIGUES, C. A. G.; VIEIRA, S. R.; KOBAYASHI, A. G.; FURTADO, A. L. dos S. Degradação de pastagem avaliada por atributos físicos do solo de fácil obtenção analisados por geoestatística. In: SIMPÓSIO DE GEOESTATÍSTICA APLICADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2., 2011, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu, SP: UNESP, 2011. 6 p.

GREGO, C. R.; OLIVEIRA, A.; NOGUEIRA, S. F.; RODRIGUES, C. A.G.; FURTADO, A. S. Estoque de carbono no solo e produtividade da cana-de-açúcar analisados quanto a variabilidade espacial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia, MG: CBCS, 2011. 3 p.

COURA, A. C. M.; DA SILVA, P. T.; FURTADO, A. L. S.; DEL DUCA, A.; GREGO, C. R.; CESAR, D. E. Utilização da diversidade de micro-organismos como um parâmetro na elaboração de índice de qualidade de solo para sistemas agropecuários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 25., 2011, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBM, 2011. 1 p.

GREGO, C. R.; RODRIGUES, C. A. G.; NOGUEIRA, S. F.; GIMENES, F. M, A.; OLIVEIRA, A. de; ALMEIDA, C. G. F. de; FURTADO, A. L. dos S.; DEMARCHI, J. J. A. de A. Variabilidade espacial do solo e da biomassa epigea de pastagem, identificada por meio de geoestatística. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1404-1412, 2012.

LONG, R. M.; GREGO, C. R.; RODRIGUES, C. A.; NOGUEIRA, S. F.; FURTADO, A. L. S. Indicadores físicos da qualidade do solo relacionados espacialmente com a produtividade da cana-de-açúcar e pastagem. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 2012, Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012.

OLIVEIRA, A.; GREGO, C. R.; RODRIGUES, C. A.; NOGUEIRA, S. F.; FURTADO, A. L. S.; ALMEIDA, C. G. F. Geoestatística aplicada aos atributos físicos e químicos do solo relacionados com a produção da cultura da soja. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011.

6.2. Impactos sobre capacitação

| Indicadores | Se aplica (Sim/Não) | Avaliador 1 | Avaliador 2 | Avaliador 3 | Média |
|---|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Capacidade de se relacionar com o ambiente externo | Sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Capacidade de formar redes e de estabelecer parcerias | Sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Capacidade de compartilhar equipamentos e instalações | Não | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Capacidade de socializar o conhecimento gerado | Sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Capacidade de trocar informações e dados codificados | Sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Capacitação da equipe técnica | Sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Capacitação de pessoas externas | Não | 0 | 0 | 0 | 0 |

A capacidade de relacionamento com o ambiente externo e de trocar informações e dados codificados é elevada devido aos meios de comunicação disponíveis (website e outras ferramentas) e devido à interação com o produtor rural por meio de tomadas de medidas e da disponibilização de resultados de campo por meio de dia de campo. A formação de redes de comunicação e o estabelecimento de parcerias também têm impacto forte devido ao apoio para a elaboração de eventos.

O potencial tecnológico do projeto permite avanços para outras áreas, com a participação de outras instituições e de outros grupos de pesquisadores de outras regiões. O conhecimento pode ser socializado usando ferramentas do website do projeto na Unidade, componente essencial para a redução do custo de obtenção da informação de alta qualidade para a tomada de decisão. Isso tudo contribuiu para as capacidades da equipe técnica do projeto e a valorização do resultado do trabalho.

Como resultados da capacitação foram realizados:

PALESTRA: Geoestatística na agricultura de precisão. Palestra na sessão temática Embrapa da 56ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria e 14º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica, UEM, Maringá, PR, em 25 de julho de 2011.

CURSOS MINISTRADOS: Introdução à análise geoestatística, em 21 de outubro de 2011, carga horária de 8 horas, Embrapa CNPM, Campinas, SP.

Curso básico de geoestatística utilizando Vesper. Local: CNPTIA, 36 horas, de 25 a 29 de junho 2012.

DIA DE CAMPO: Dia de Campo do projeto Qualisolo - Amostragem de Campo para Avaliação da Qualidade do Solo e a Biomassa da Pastagem. Local: Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, em 27 de abril de 2012, das 13h30 às 17h30, carga horária de 4 horas.

6.3. Impactos político-institucionais

| Indicadores | Se aplica (Sim/Não) | Avaliador 1 | Avaliador 2 | Avaliador 3 | Média |
|---|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Mudanças organizacionais e no marco institucional | Não | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mudanças na orientação de políticas públicas | Sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Relações de cooperação público-privada | Sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Melhora da imagem da instituição | Sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Capacidade de captar recursos | Não | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Multifuncionalidade e interdisciplinaridade das equipes | Sim | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Adoção de novos métodos de gestão e de qualidade | Sim | 1 | 1 | 1 | 1 |

As informações disponibilizadas podem servir de base para a geração de políticas públicas voltadas para a agropecuária. Elas poderão ser utilizadas para a definição de estratégias voltadas para o desenvolvimento e a melhoria da qualidade do solo, beneficiando os produtores rurais e o ambiente.

A Embrapa Monitoramento por Satélite beneficia-se da tecnologia. O conhecimento da distribuição espacial dos índices de qualidade dos solos e de suas relações pode auxiliar na otimização do manejo mais adequado, minimizando os efeitos de degradação no ambiente e auxiliando na indicação do manejo que torne o solo mais produtivo não só de imediato, mas também no longo prazo.

Como resultados político-institucionais, o projeto foi apresentado para diversos visitantes externos e de outras unidades da Embrapa, tais como estudantes da Universidade Estadual Paulista (Unesp), representantes da Coordenadoria de Assistência Integral (CATI), representante do Instituto Agrônomo de Campinas, e em entrevista no Canal Rural.

6.4. Análise agregada dos impactos sobre o conhecimento, capacitação e político-institucionais

A ciência e os pesquisadores de instituições de ensino e pesquisa têm o desafio de divulgar e aplicar técnicas adequadas e ambientalmente sustentáveis de manejo e conservação do solo, visando ao aumento da produtividade do setor agropecuário. Ao mesmo tempo, técnicas de variabilidade espacial, como a geoestatística, mostram-se eficientes ferramentas para planejar e gerenciar o processo: permitem visualizar áreas de maior ou menor qualidade do solo, com baixo custo e de forma precisa. A elaboração de técnicas e métodos de correlação de plataformas de mapas por meio da análise multivariada integrada com a geoestatística para que haja um modelo de indicador da qualidade do solo é um desafio a ser superado no projeto. Para que o gestor público seja beneficiado, ele necessita de ferramentas que apontem as potencialidades, fragilidades e restrições da área que gerencia para que possa tomar as melhores decisões. A constituição e manutenção de ferramentas voltadas para a definição de critérios e políticas de desenvolvimento rural local e regional devem estar alinhadas com as ações da assistência técnica e de agentes, como os sindicatos e cooperativas regionais. Isso favorece a adequada transferência da tecnologia ao produtor e, conseqüentemente, o impacto da tecnologia será melhor avaliado, repercutindo positivamente para a Embrapa e para a sociedade.

6.5. Fonte de dados

A avaliação de impacto foi realizada por meio da aplicação dos questionários Ambitec junto aos executores e colaboradores, perfazendo 7 pesquisadores e 3 analistas da Embrapa Monitoramento por Satélite, além de colaboradores externos parceiros do projeto, em especial, com a colaboração do professor Ranulfo Paiva Sobrinho, da Unicamp, e dos demais parceiros do projeto:

- Universidade Federal do Ceará (UFC)
- Embrapa Solos - Centro Nacional Pesquisa de Solos (CNPS)
- Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)
- Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)
- Programa de pós-graduação do CENA/USP
- Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
- Instituto de Zootecnia (IZ)

7. Avaliação integrada e comparativa dos impactos gerados

Os métodos do Ambitec-Social e econômico serviram como importante roteiro para a avaliação dos impactos e mostraram contribuições positivas para a tecnologia em seus impactos indiretos. É esperado que

subsídios para a avaliação sejam encontrados em conjunto com técnicos e produtores, e também junto à literatura. A tecnologia permite aplicação em diferentes áreas geográficas, municípios ou regiões. O principal impacto da tecnologia é o ambiental, relacionado à caracterização da qualidade do solo, que, por sua vez, dará subsídios ao setor agropecuário para a tomada de decisões considerando a conservação do solo e o aumento de produtividade.

Em relação ao impacto ambiental, foi adotada uma metodologia particular e robusta o suficiente para indicar com propriedade científica qual propriedade do solo estudada pelo projeto apresenta maior ou menor impacto de acordo com a área estudada.

Em geral, a tecnologia apresentou impactos positivos, com destaque para o ambiental, foco e objetivo principal do projeto executado.

8. Custos da tecnologia

8.1. Estimativa dos custos

Tabela 8.1.1. Estimativa dos custos.

| Ano | Custos de pessoal | Custeio de pesquisa | Depreciação de capital | Custos de administração | Custos de transferência tecnológica | Total |
|------|-------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------|
| 2009 | R\$ 3.350,10 | R\$ 8.128,98 | R\$ 1.300,21 | R\$ 585,97 | R\$ 1.200,12 | R\$ 14.565,38 |
| 2010 | R\$ 43.900,32 | R\$ 47.370,60 | R\$ 3.600,24 | R\$ 1.500,25 | R\$ 1.000,75 | R\$ 97.372,16 |
| 2011 | R\$ 1.530,45 | R\$ 3.560,33 | R\$ 327,38 | R\$ 245,50 | R\$ 2.000,40 | R\$ 7.664,06 |
| 2012 | R\$ 56.611,28 | 0 | R\$ 25.389,51 | R\$ 44.000,38 | R\$ 5.000,00 | R\$ 131.451,17 |

Fonte: Setor de Orçamento e Finanças, Embrapa Monitoramento por Satélite.

8.2. Análise dos custos

Os maiores custos foram o de pessoal e de administração. O custo de pessoal foi calculado a partir do custeio, incluindo diárias, passagens e serviços de terceiros. Como a tecnologia é decorrente do projeto já finalizado, não houve recursos gastos com pesquisa propriamente dita, mas sim com as atividades decorrentes da transferência de tecnologia, comunicação e político-institucionais.

9. Ações sociais

9.1. Tipo de ação

| Tipo de ação | |
|--------------|--|
| | Ações de filantropia |
| | Agricultura familiar |
| | Apoio comunitário |
| | Comunidades indígenas |
| | Educação e formação profissional externa |
| x | Educação e formação profissional interna |
| x | Meio ambiente e educação ambiental |
| | Participação no Fome Zero |
| | Reforma agrária |
| | Saúde, segurança e medicina do trabalho |
| | Segurança alimentar |

Este trabalho representa um instrumento de apoio à avaliação do potencial de resultados do projeto. Há também possibilidade de extrapolação dos resultados para outras áreas de interesse que tenham características semelhantes. O estudo levou em consideração a tecnologia desenvolvida e voltada à variabilidade espacial da qualidade do solo para sistemas agropecuários.

10. Referências

AMACHER, M. C.; O'NEILL, K. P.; PERRY, C. H. **Soil Vital Signs: A New Soil Quality Index (SQI) for Assessing Forest Soil Health**. Res. Pap. RMRS-RP-65WWW. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2007. 12 p.

APAN, A.; HELD, A.; PHINN, S.; MARKLEY, J. **Detecting sugarcane 'orange rust' disease using EO Hyperion hyperspectral imagery**. *International Journal of Remote Sensing*, v. 25, n. 2, p. 1366-5901, 2004.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

BANA E COSTA, C. A.; STEWART, T. J.; VANSNICK, J. C. Multicriteria decision analysis: some thoughts based on the tutorial and discussion sessions of the ESIGMA meetings. In: EURO CONFERENCE, 14., 2003, Jerusalém. **Anais...** Jerusalém: Euro, 2001. p. 261-272.

BANA E COSTA, C. A.; VANSNICK, J. C. A theoretical framework for Measuring attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH). In: CLÍMACO, J. (Ed.). **Multicriteria Analysis**. Berlim: Springer Verlag, 1995.

BOUMA, J. Land quality indicators of sustainable land management across scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 88, 129-136, 2002.

COSTA, M. C. R. **Avaliação da contaminação ambiental por metais pesados em áreas rurais próximas a uma indústria de reciclagem de chumbo no Vale do Rio Paraíba do Sul – SP**. 2002. 234 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

CRUZ, C. A.; NAGANO, M. S. Gestão do conhecimento e sistemas de informação: uma análise sob a ótica da teoria de criação do conhecimento. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 13, n. 2, p. 88-106, 2008.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Org.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994. p. 3-21.

DOYGUN, H.; ALPHAN, H. Monitoring urbanization of Iskenderun, Turkey, and its negative implications. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 114, n.1/3, p. 145-155, 2006.

EETVELDE, V. V.; ANTROP, M. A stepwise multi-scaled landscape typology and characterisation for trans-regional integration, applied on the federal state of Belgium. *Landscape and Urban Planning*, v. 91, n. 3), p. 160-170, 2009.

ENSSLIN, L. **Apoio à decisão**: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis, SC: Ed. Insular,. 2001.84 p.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; RODRIGUES, G. S.; CALDEIRA-PIRES, A.; ROSA, M. de F.; ARAGÃO, F. A. S. de; VIEIRA, V. de P. P. B.; MOTA, F. S. B. Environmental performance evaluation of agro-industrial innovations – part 1: Ambitec-Life Cycle, a methodological approach for considering life cycle thinking. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 14, p. 1366-1375, 2010a.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. de, RODRIGUES, G. S., CALDEIRA-PIRES, A., ROSA, M. de F., ARAGÃO, F. A. S. de, VIEIRA, V. de P. P. B., MOTA, F. S. B. Environmental performance evaluation of agro-industrial innovations – part 2: methodological approach for performing vulnerability analysis of watersheds. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 14, p. 1376-1385, 2010b.

FULLER, D. O.; TROYO, A.; CALDERÓN-ARGUEDAS, O.; BEIER, J. C. Dengue vector (*Aedes aegypti*) larval habitats in an urban environment of Costa Rica analysed with ASTER and QuickBird imagery. **International Journal of Remote Sensing**, v. 31, n. 1, p. 1366-5901, 2010.

GEYMEN, A.; BAZ, I. Monitoring urban growth and detecting land-cover changes on the Istanbul metropolitan area. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 136, n.1/3, p. 449-459, 2008.

GREEN, E. I. Technological concerns for tomorrow's management. **Business Horizons**, v. 4, n. 1, p. 105-110, 1961.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 2, p. 169-178, 2005.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R.; LOURENÇÃO, A. L. Spatial distribution of *Pseudaletia sequax* Franclemont in triticale under no-till. **Revista Scientia Agricola**, v. 63, n. 4, p. 321-327, 2006.

HARTEMINK, A. E. Soil chemical and physical properties as indicators of sustainable land management under sugar cane cultivation in Papua New Guinea. **Geoderma**, v. 85, p.283-306, 1998.

HAY, S. I.; PACKER, M. J.; ROGERS, D. J. The impact of remote sensing on the study and control of invertebrate intermediate hosts and vectors for disease. **International Journal of Remote Sensing**, v. 18, n. 14, p. 1366-5901, 1997.

MARUYAMA, H.; AKIYAMA, M. **Responsibility of NMO's for Sustainable Development**. Cambridge Conference. Ordnance Survey. Southampton. United Kingdom, 2003.

MONTEIRO, R. C.; RODRIGUES, G. S. A system of integrated indicators for socio-environmental assessment and eco-certification in agriculture – Ambitec-Agro. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 1, n. 3, p. 47-59, 2006.

ODEKUNLE, T. O. et al. Application of GIS to assess rainfall variability impacts on crop yield in Guinean Savanna part of Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 18, p. 2100-2113, 2007

RAMALHO, J. F. G. P.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; VELLOSO, A. C. X. Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p.1289-1303, 2000.

ROCHA, J. A. M. R. **GPS: uma abordagem prática**. 4. ed. Recife: Bagaço, 2003. 232 p.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. An environmental impact assessment system for agricultural R&D. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 23, n. 2 p. 219-244, 2003.

SORDI, J. O. de. **Administração da informação: fundamentos e práticas para uma nova gestão do conhecimento**. São Paulo: Saraiva, 2008.

SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D.; SOUZA, L. F. S. Enfoque de produção vegetal: estudo de caso para citros em solos coesos de tabuleiros costeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32., Goiânia, GO, **Anais...** Goiânia: SBEA, 2003. 1 CD-ROM.

VALLADARES, G. S.; DE MARIA, I. C.; QUARTAROLI, C. F.; GREGO, C. R.; CAMARGO, O. A. de. **Índice de qualidade dos solos do Nordeste do Estado de São Paulo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2007. 16 p. (Circular Técnica, 13).

VEZZANI, F. M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. 196 f. 2001. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, G. R. (Ed.) **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, 2000. p. 1-54.

ZORNOZA, R.; MATAIX-SOLERA, J.; GUERRERO, C.; ARCENEGUI, V. J.; MAYORAL, A. M.; MORALES, J. Soil properties under natural forest in the Alicante province of Spain. **Geoderma**, v. 142, n. 3/4, p. 334-341, 2007.