

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Departamento de Engenharia de Biosistemas

Relatório Final

Projeto de Iniciação Científica

Mapeamento de produtividade na cultura da Seringueira

Docente: Prof. Dr. José Paulo Molin

Bolsista: Jhonathan Gazaroli Correa

Piracicaba,
Estado de São Paulo, Brasil
Agosto de 2011

Mapeamento de produtividade na cultura da Seringueira

1. Resumo

A borracha natural é uma importante matéria prima agrícola, essencial para a manufatura de um amplo espectro de produtos. Considerada estratégica é, ao lado do aço e do petróleo, um dos alicerces que sustentam o progresso da humanidade. Cerca de 70% da produção mundial são empregados na indústria de pneumáticos. A produção provém da Seringueira (*Hevea brasiliensis*), cujo cultivo representa a atividade de maior importância sócio-econômica em muitos países em desenvolvimento (Pereira et al., 2000). Atualmente, 95% da produção mundial, cerca de 10,384 milhões de toneladas anuais, está concentrada em países do sudeste asiático (IRSG, 2009). Em 2009, o Brasil a produziu 211,6 mil toneladas de látex coagulado, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor com 122,3 mil toneladas anuais (57,8% da produção nacional) (IBGE, 2011).

O potencial de produtividade de um seringal é influenciado por uma série de fatores que podem ser classificados em pré-determinantes (aqueles que limitarão a produtividade máxima antes mesmo da implantação do seringal) e pós-determinantes (aqueles que produzirão a variabilidade da produtividade dentro do limite de produção da área). Entre os fatores pré-determinantes, pode-se citar a aptidão agroclimática e fitossanitária da área designada ao cultivo, a qualidade das mudas e a escolha de clones com características compatíveis às singularidades da área, o preparo e correção do solo, a qualidade da execução das operações de implantação, bem como o espaçamento e densidade de plantio. Entre os fatores pós-determinantes podem-se citar as práticas de manejo e condução do seringal em formação, o controle fitossanitário, a qualidade da operação e a escolha do sistema de extração do látex (sangria) e a reposição dos nutrientes exportados. A coleta do látex de árvores requer mão-de-obra intensa de trabalhadores treinados e até o momento não é mecanizada, necessitando ainda de sangria diária de centenas de árvores por trabalhador (Rippel & Bragaça, 2009). Segundo Benesi & Oliveira (2005), o treinamento de mão-de-obra para realização da sangria é o principal fator na exploração de um seringal, pois um treinamento inadequado poderá acarretar não só enormes prejuízos financeiros, mas também danificar totalmente o seringal. Junior et al. (2003) afirmam que o processo de sangria por si só é responsável por 60% do custo total de produção de borracha natural no Brasil. Nesse contexto se faz notória a importância da adoção de um sistema de gerenciamento do seringal. Bacchiega (2010) ressalta que o técnico responsável pelos sangradores deve fazer todas as anotações necessárias para que se saiba exatamente quanto produz cada árvore, cada talhão e cada sangrador e as datas de aplicação de estimulantes, entre outras informações importantes.

A evolução das tecnologias e os avanços dos sistemas de informação oferecem novos subsídios para o sucesso das práticas agrícolas. Nesse contexto estão os conceitos da Agricultura de Precisão (AP), que possibilitam o monitoramento da variabilidade espacial das culturas, visando à otimização da produção agrícola, minimizando os impactos ambientais e reduzindo os custos de produção. A adoção da AP tem início com uma linha de procedimentos que geralmente começa pela elaboração de um mapa de produtividade durante a colheita (Campos et al., 2006). Molin (2000) afirma que essa informação é o ponto de partida tido por usuários e pesquisadores para visualizar a variabilidade espacial das lavouras, pois materializa a resposta da cultura. Pesquisas

com feijão, milho e trigo têm mostrado que a variabilidade da produtividade não é aleatória no campo (Roque et al., 2006).

No Brasil, a AP vem sendo adotada especialmente pelos produtores de soja, milho e também cana-de-açúcar, porém faltam resultados sobre a extensão da adoção (Bernardi et al., 2008). Para culturas perenes não exploradas em países desenvolvidos, segundo Leal (2002), não são realizadas pesquisas suficientes para a obtenção de soluções viáveis que possam ser aplicadas na geração de mapas de produtividade. Para Emmott et al. (1997) os sistemas de mapeamento de produtividade em culturas perenes estão menos desenvolvidos, devido à menor utilização da colheita mecanizada.

Assumindo tais pressupostos, visando a otimização dos sistemas de gerenciamento de produção, a adoção de práticas de AP em seringais prescinde de metodologia, ainda não desenvolvida, para obtenção de mapas de produtividade. O presente trabalho teve por objetivo desenvolver uma metodologia aplicável, priorizando uma baixa interferência na rotina do processo de colheita da cultura, para obtenção de dados e geração de mapas de produtividade que possibilitem a identificação da variabilidade espacial da produtividade de látex visando o melhor gerenciamento da produção para a cultura da seringueira.

2. Materiais e métodos

O trabalho foi realizado na fazenda Bom Sucesso, no município de Nhandera, SP. O clima da região é classificado como Temperado (Cwa) com duas estações distintas, invernos secos e verões quentes. A fazenda possui cerca de 180 hectares de seringal em produção, fragmentado em subáreas produtoras denominadas como “tarefas”. Cada tarefa é vinculada a um sangrador, no sistema de parceria, que é o único responsável pelas práticas de sangria, estimulação de exsudação e colheita do látex durante o período de safra.

Na operação de colheita da cultura, todo o látex produzido por uma tarefa é pesado e esse registro serve de base para a remuneração do sangrador vinculado. Observando a baixa interferência na operação de colheita, utilizando os dados disponíveis gerados pelo processo de remuneração dos sagradores, foram analisados os registros de produção de 102 tarefas nos meses de fevereiro, março e abril. Com esse conjunto de dados correlacionado aos contornos georreferenciados de cada tarefa foram gerados os mapas de produtividade.

Para o contorno georreferenciado e obtenção das áreas das tarefas foi utilizado um receptor GPS Garmin® modelo 62S. Devido ao erro característico do receptor, estimado de 3 a 5 metros, potencializado pela interferência na recepção da rede de satélites devido à densidade das copas das árvores do seringal, foram feitos ajustes aos contornos utilizando pontos de amarração (pontos coletados com o GPS em cada vértice de cada tarefa) e imagens georreferenciadas da base de imagens Google Earth®. Os dados foram visualizados e trabalhados em ambiente georreferenciado do software GPS TrackMaker®.

Os dados brutos de produtividade foram normalizados em função das áreas de suas tarefas correspondentes e os cálculos estatísticos foram processados em uma planilha eletrônica (Microsoft Excel 2007®). Para a determinação dos intervalos de valores de produtividades empregados na classificação dos mapas de produtividade, foi utilizada como referência a média aritmética da produtividade entre tarefas. Foram geradas sete classes com variação de 20% em torno da média, uma classe central, três acima da média e três abaixo da média. Também foi produzido um mapa dos

coeficientes de variação das tarefas para os meses observados para análise da variabilidade dos dados ao longo do tempo.

3. Resultados e Discussão

As colheitas realizadas nos meses de fevereiro, março e abril apresentaram produtividades brutas distintas. No mês de março a produção bruta foi menor devido a maior frequência de chuvas que prejudicam as operações de sangria.

A tabela 1 mostra a estatística descritiva dos dados de produtividade dos meses amostrados e agrupados no trimestre. As altas amplitudes calculadas, variando de 180 a 270% do valor da média, e os coeficientes de variação, maiores que 30% em todos os períodos analisados, indicam a alta variabilidade entre tarefas na área. Áreas com plantas em idades distintas, as variedades clonais cultivadas, a variabilidade espacial dos atributos do solo e a habilidade e experiência do sangrador são variantes intrínsecas a um grande seringal de cultivo e fatores que naturalmente produzem uma variação na produtividade entre tarefas. Tais fatores de variação não foram observados neste estudo, mas devem ser considerados de forma conjunta para a análise da variabilidade da produtividade.

Tabela 1. Estatística descritiva dos dados de produtividade dos meses de fevereiro, março, abril e para o trimestre das 102 tarefas contidas no seringal.

Produtividade (kg ha ⁻¹)						
Período	Mínimo	Máximo	Amplitude	Média	Desvio Padrão	CV (%)
Fevereiro	89,49	823,96	734,47	380,72	170,35	44,74
Março	42,11	561,41	519,3	190,30	98,78	51,91
Abril	128,45	928,32	799,87	440,71	177,14	40,19
Trimestre	383,92	2143,20	1759,28	1011,73	401,72	39,71

“Mínimo” representa o valor mínimo da produtividade em cada período observado; “Máximo” representa o valor máximo da produtividade em cada período observado; “Amplitude” representa a diferença entre os valores máximos e mínimos de cada período; “Média” representa o valor médio da produtividade entre tarefas em cada período; “Desvio Padrão” representa o valor do desvio padrão da produtividade em cada período; “CV (%)” representa o coeficiente de variação em porcentagem dos dados de produtividade em cada simulação.

Os mapas de produtividade das tarefas indicam algumas áreas com padrões, cuja classificação de produtividade em relação à média permanece constante ao longo do tempo. Áreas de produtividade abaixo da média com este padrão podem ser consideradas áreas de prioridade a serem investigadas para identificação das restrições à produtividade. A falta de padrão como a alternância de altas e baixas produtividades em relação à média ao longo do tempo pode indicar uma colheita mensal atípica ou a interferência de algum fator de variação, como a qualidade da operação de sangria, características climáticas combinadas às características de solo e relevo, e fatores bióticos como pragas e doenças. As figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam os mapas de produtividade de fevereiro, março, abril e do trimestre, respectivamente, classificados em sete faixas de produtividade tendo a média como ponto central de referência.

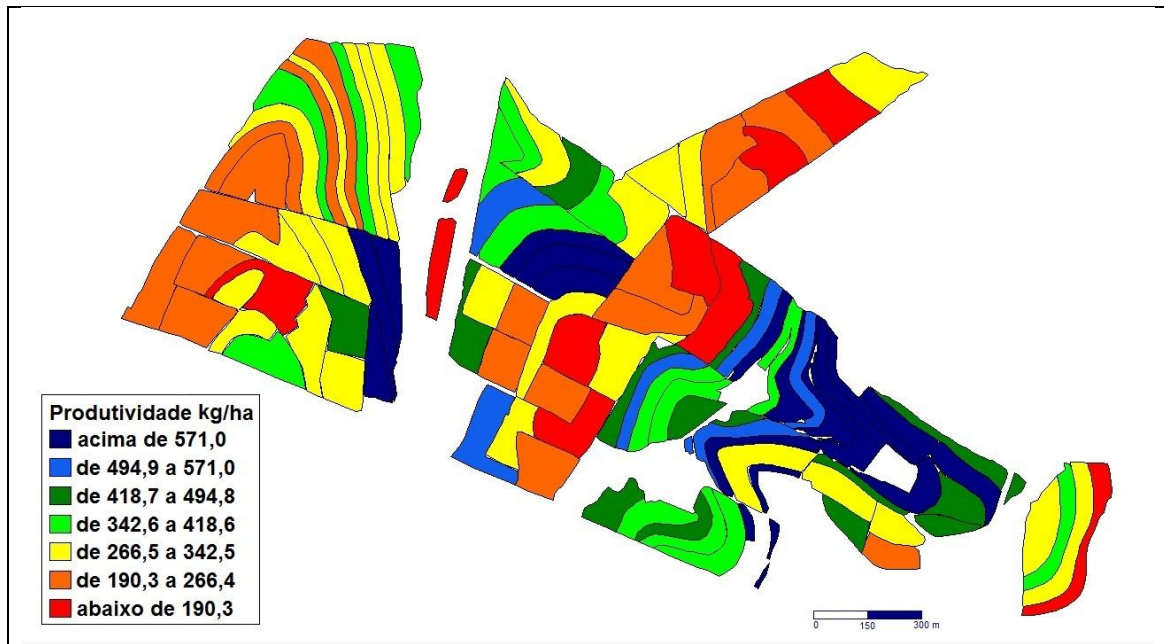


Figura 1. Mapa de produtividade entre tarefas do mês de fevereiro.

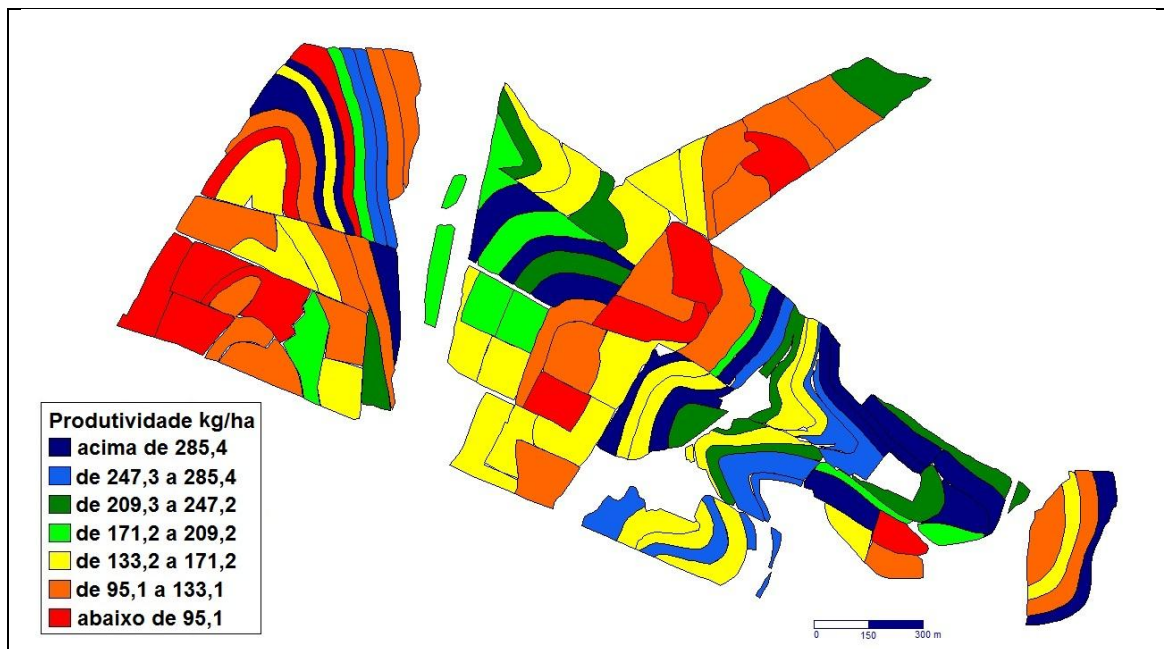


Figura 2. Mapa de produtividade entre tarefas do mês de março.

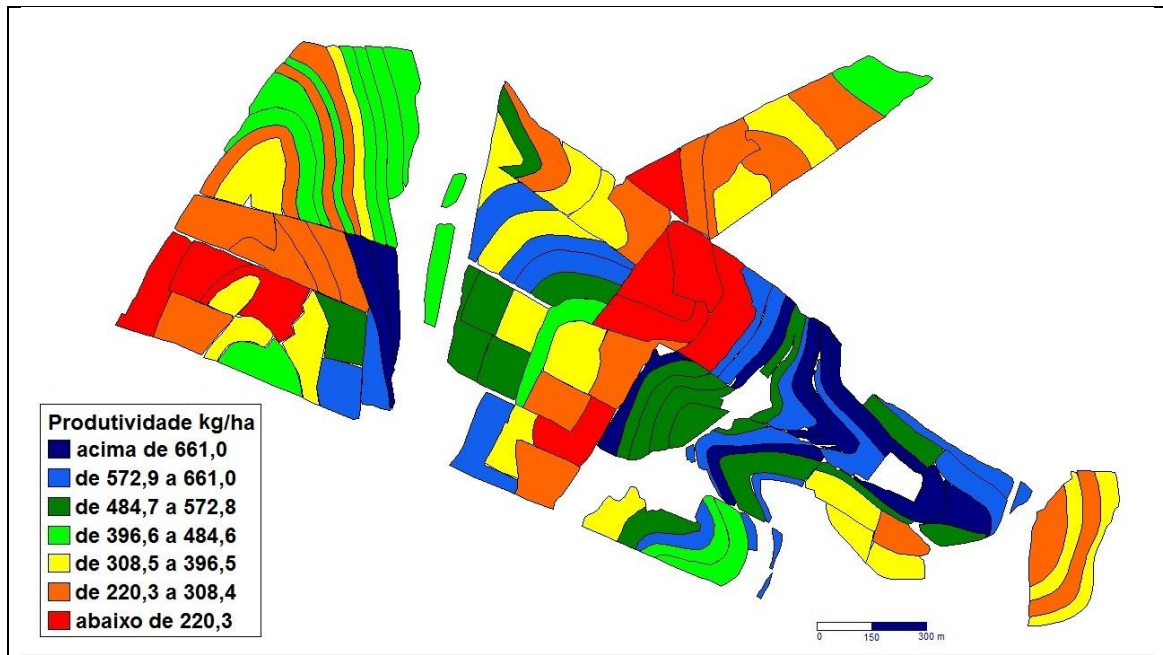


Figura 3. Mapa de produtividade entre tarefas do mês de abril.

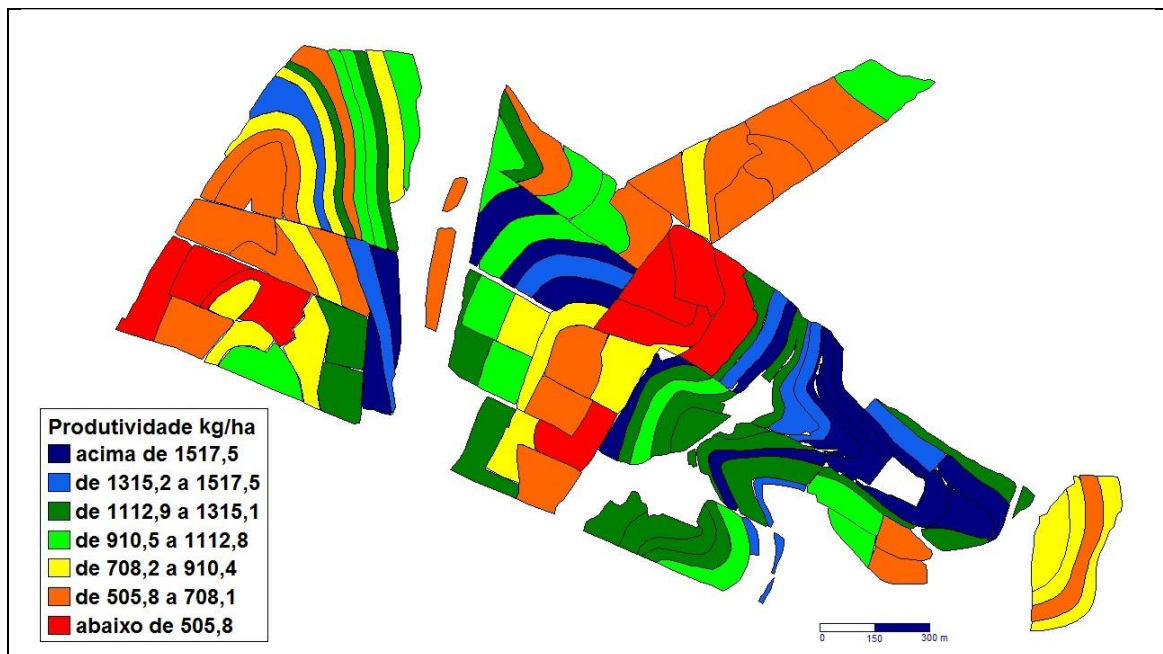


Figura 4. Mapa de produtividade entre tarefas do trimestre (fevereiro a abril)

Os cálculos dos coeficientes de variação dos dados de produtividade das tarefas ao longo dos períodos indicaram uma alta variabilidade entre colheitas. Na análise dos três períodos, 68 das 102 tabelas (66%) apresentaram um CV acima de 30%, considerado alto. Essa alta variação pode ser atribuída à alta pluviosidade e umidade que prejudicaram as operações de sangria no mês de fevereiro. Porém, devido à naturalidade de ocorrência destes eventos e a diversidade de respostas da cultura devido à interação com outros fatores, uma análise mais profunda se faz necessária em estudos posteriores. A figura 5 apresenta o mapa dos coeficientes de variação das

produtividades das tarefas ao longo dos períodos observados. As áreas foram classificadas em 6 faixas equivalentes, com valores variando de 0 a 60%.

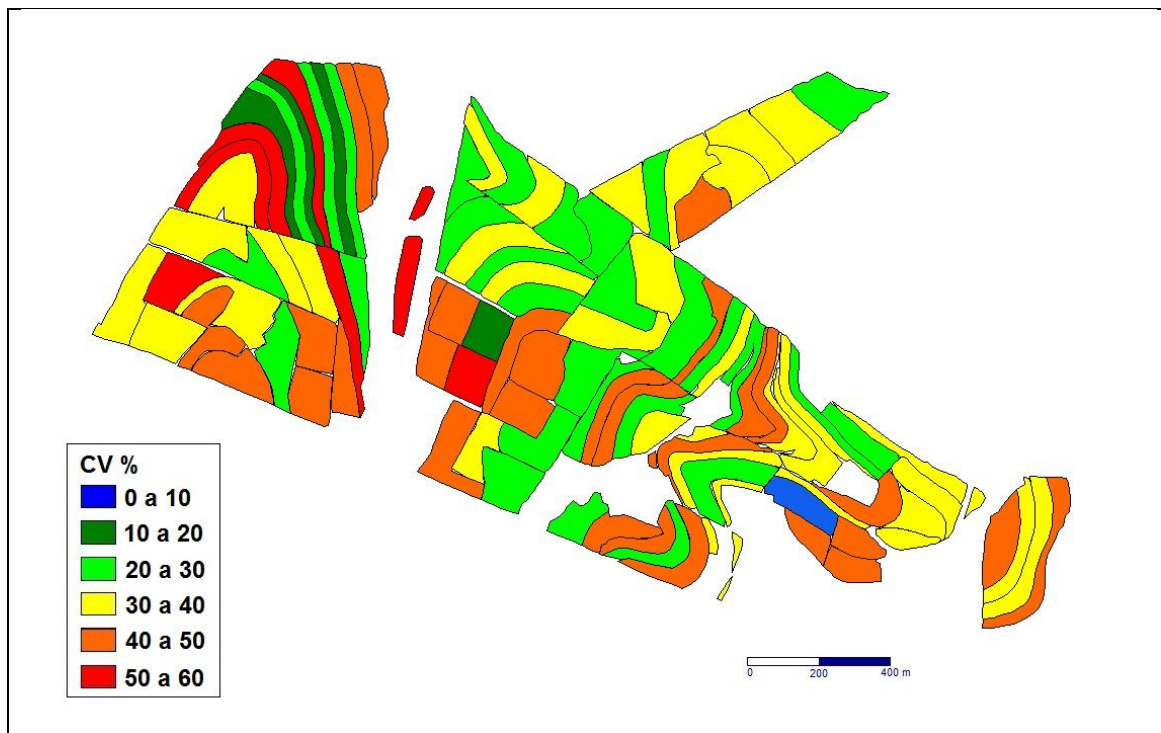


Figura 5. Mapa dos coeficientes de variação das tarefas ao longo dos períodos.

A maior dificuldade identificada no processo foi o georreferenciamento das tarefas devido às limitações das ferramentas utilizadas e a potencialização do erro em função das copas das árvores. Tal dificuldade poderia ser contornada implementando a metodologia desde a implantação do seringal com as tarefas já demarcadas ou utilizando um aparelho GPS de maior precisão com correção via rádio em seringais em produção. Uma alternativa a ser estudada seria a de realizar o trabalho de georreferenciamento das tarefas em produção no período de senescência das folhas, que ocorre entre os meses de maio, junho e julho, onde as copas das árvores apresentam menor densidade.

Outra questão a ser considerada é a flutuação da área física e da população de plantas das tarefas ao longo da vida produtiva de um seringal. Alterações nas demarcações das áreas das tarefas podem ocorrer por razões administrativas, sendo necessário proceder à correção do contorno da área modificada. Também é comum a redução da população de árvores produtivas devido à morte de plantas causada por fatores bióticos e ou abióticos, e o aumento dessa população quando realizada uma reforma ou replantio parcial de uma ou mais tarefas. Nesse caso, a elaboração e manutenção de um mapa de falhas seria um bom indicador para a variação da população, bem como mais um fator para a análise da variabilidade da produtividade das tarefas.

4. Conclusão

Os mapas gerados permitem a visualização da variabilidade da produtividade espacializada na área. A produção periódica de mapas possibilita identificar a variabilidade da produtividade ao longo do tempo. A identificação da distribuição espacial de zonas de baixa produtividade fornece subsídios para investigação das restrições ao potencial produtivo. A correlação dos mapas de produtividade com outros

fatores como a distribuição espacial dos atributos do solo, idade das plantas, variedade clonal e eficiência na operação de sangria, pode ser de grande utilidade para a aumento da produção e racionalização de insumos.

O conceito de mapa de produtividade entre tarefas poderia ser implantado em qualquer seringal de cultivo sem grandes custos e sem interferência nas operações de colheita, otimizando o gerenciamento produtivo da cultura.

5. Referências Bibliográficas

BACCHIEGA, A. N.; **Gerenciamento de seringal em sangria**. Casa Agrícola, Heveicultura, ano 13, nº 4, p. 12 e 13, 2010.

BENESI, J. F. C.; OLIVEIRA, M. A. de. **Sangrador de Seringueira: sangria em seringueira**. São Paulo: SENAR, 57 p., 2005.

BERNARDI, A. C. C.; VAZ, C. M. P.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; ABREU, V. M. N.; JUNIOR, A. L.; MACHADO, P. L. O. A.; FILHO, J. C. R.; INAMASU, R. Y. **Agricultura de Precisão no Brasil: adoção, resultados e perspectivas**. 8º Curso de Agricultura de Precisión y 3ª Expo de Máquinas Precisas. Experiencias en Agricultura de Precisión de la Fundación ABC. 2008.

CAMPOS, D. S.; QUEIROZ, D. M. de; PINTO, F. A. C.; SANTOS, N. T. **Determinação da variabilidade espacial da produtividade na cafeicultura de montanha com uso de imagens aéreas digitais**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, p. 65-72, 2005.

EMMOTT, A.; HALL, J.; MATTHEWS, R. **Precision Farming Applied to Plantation Agriculture**. I European Conference on Precision Agriculture. 1997.

FIGUEIREDO, E. O.; MESQUITA, R. C.; BRAZ, E. M.; FIGUEIREDO, S. M. M.; NEVES, M. V. d'O. das. **Avaliação de Procedimentos para localização de árvores em inventários florestais censitários, visando o emprego do manejo de precisão**. 4º Simpósio Latino-americano Sobre Manejo Florestal, Santa Maria-RS, art. 02, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SIDRA. **Produção Agrícola Municipal, 2009**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acessado em 23 de agosto de 2011.

IRSG. International Rubber Study Group. **Statistical summary of world rubber situation**. Disponível em: <http://www.rubberstudy.com>. Acessado em 23 de agosto de 2011.

LEAL, J. C. G. **Mapeamento da produtividade na colheita mecanizada do café**. Dissertação de mestrado, Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

JUNIOR, E. F.; VIEIRA, M. R.; MELLO, L. M. M. de; MOREIRA, R. C. **Comportamento produtivo e frequência de sangria em quatro clones de seringueira em Silvíria - MS**. Revista Ceres, vol. 50, nº 289, p. 293-301, 2003.

MOLIN, J. P. Geração interpretação de mapas de produtividade para agricultura de precisão. In: BORÉM, A.; GIÚDICE, M. P. de; QUIROZ, D. M. de; MANTOVANI, E. C.; FERREIRA, L. R.; VALLE, F. X. R. do; GOMIDE, R. L. **Agricultura de precisão**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000.

PEREIRA, J.da P.; DORETTO, M.; LEAL, A. C.; CASTRO, A. M. G. de; RUCKER, N. A. **Cadeia produtiva da borracha natural: análise diagnóstica e demandas atuais no Paraná**. Londrina: IAPAR, doc. 23, 85p., 2000.

RIPPEL, M. M.; BRAGANÇA, F. do C. **Borracha natural e nanocompósitos com argila**. Quím. Nova, 2009, vol.32, n° 3, p.818-826.

ROQUE, C. G.; CENTURION, J. F.; PEREIRA G. T.; BEUTLER, A. N.; FREDDI, O. da S.; ANDRIOLI, I. **Mapeamento da produtividade e perímetro do tronco de clones de seringueira em argissolo vermelho amarelo**. Scientia Forestalis, n° 70, p. 59-66, 2006.