

# Estratégia de implantação, gestão e funcionamento da Rede Agricultura de Precisão

Ricardo Y. Inamasu<sup>1\*</sup>, Aberto C. de Campos Bernardi<sup>2\*</sup>, João de Mendonça Naime<sup>3\*</sup>, Leonardo Ribeiro Queiros<sup>4\*</sup>, Álvaro Vilela de Resende<sup>5\*</sup>, Marina de Fátima Vilela<sup>6\*</sup>, Luís Henrique Bassoi<sup>7\*</sup>, Naylor Bastiani Perez<sup>8\*</sup>, Edilson Pepino Fragalle<sup>9\*</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Instrumentação

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste

<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Instrumentação

<sup>4</sup> Analista da Embrapa Informática Agropecuária

<sup>5</sup> Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

<sup>6</sup> Pesquisadora da Embrapa Cerrado

<sup>7</sup> Pesquisador da Embrapa Semiárido

<sup>8</sup> Pesquisador da Embrapa Pecuária Sul

<sup>9</sup> Analista da Embrapa Instrumentação

\*e-mail: ricardo@cnpdia.embrapa.br; alberto@cnpse.embrapa.br; naime@cnpdia.embrapa.br; lqueiros@cnpia.embrapa.br; alvaro@cnpms.embrapa.br; marina@cpac.embrapa.br; lhbassoi@cpatsa.embrapa.br; naylor@cnpssul.embrapa.br; fragalle@cnpdia.embrapa.br

**Resumo:** A globalização da produção para a alimentação requer proteção, gestão e precisão. O cenário contemporâneo da agricultura brasileira. O cenário atual da agricultura brasileira caminha para uma produção eficiente, com proteção ao meio ambiente. A economia em escala global evidenciou o protagonismo do Brasil, especialmente nesta época, quando há um aumento no consumo mundial de alimentos e a necessidade de produzir energia renovável. O País possui terras, condições climáticas e tecnologia para ajudar a suprir a si e a outras nações com alimento e energia renovável. Para isso, também necessita melhorar sua competitividade em áreas como a pecuária e silvicultura e produtos como o trigo e o algodão, sem perder a perspectiva da sustentabilidade. E a adoção de técnicas e tecnologias com maior precisão para o manejo adequado do ecossistema pode reduzir o impacto ambiental de maneira significativa, a partir de uma aplicação eficiente de insumos. A Ciência pode contribuir decisivamente com a atividade agropecuária com medidas de gestão, via Agricultura de Precisão. Adaptada à realidade tropical, ela pode ser uma ferramenta para a inovação permanente no campo. Ciente desse cenário, em 2009, a Embrapa apresenta sua contribuição, liderando uma Rede de Pesquisa com 214 pesquisadores, 19 centros, 15 campos experimentais, com variabilidade regional e de culturas (anuais e perenes). O trabalho em rede propicia a integração de várias áreas do conhecimento, o compartilhamento de infraestrutura, além da otimização de recursos financeiros e potencialização dos resultados. O objetivo geral da Rede AP é gerar conhecimentos, ferramentas e inovações tecnológicas em Agricultura de Precisão, visando incrementar a eficiência de sistemas produtivos, em busca de maior competitividade e sustentabilidade do agronegócio brasileiro. E os objetivos específicos são: gerar tecnologias para otimizar a aplicação racional de insumos, para reduzir riscos e degradação ambiental e maximizar o retorno econômico; estudar as causas da variabilidade espacial e temporal das respostas dos sistemas produtivos; desenvolver mecanismos e procedimentos para a construção de sistemas de suporte à tomada de decisão em sistemas produtivos; mensurar a eficiência econômica e identificar indicadores para quantificar os benefícios ambientais resultantes do uso de tecnologias da AP; transferir tecnologias e avaliar o nível de adoção da AP no Brasil.

**Palavra-chave:** condutividade elétrica do solo, imagem aérea, banco de dados, unidades piloto, pesquisa e desenvolvimento, ferramentas para agricultura de precisão, culturas anuais, culturas perenes, inovação tecnológica.



## Strategies for the implementation, management and operation of the Precision Agriculture Network

**Abstract:** The globalization of food, biomass and fiber production requires safety, management and precision. The actual scenario of Brazilian agriculture walks towards efficient production with environment protection. Nowadays, global scale economy made Brazil a world player, when food consumption and renewable energy production has been increased worldwide. Brazil has agricultural lands, climate condition and technology to help itself and other countries with food and renewable energy supply. In order to reach this objective, the Country needs to improve its competitiveness in forestry, animal production, and some commodities (wheat, cotton, etc.) without losing the sustainability perspective. The adoption of techniques and technologies with greater precision allied with ecosystem management can significantly reduce the environmental impact through an efficient input application. Science can decisively contribute with agriculture through management procedures according to precision agriculture basis. If adapted to the tropical conditions, precision agriculture should be a permanent innovative tool in Brazilian agricultural fields. Based on this, Embrapa recently approved a four years project (2009-2013) titled "Precision Agriculture for the Sustainability of Agricultural Production System in Brazilian Agribusiness", which has as general objective the generation of knowledge, tools and technologies on precision agriculture to enhance the agricultural production systems, and to increase the competitiveness and sustainability of Brazilian agribusiness. The project itself is a network arrangement composed by 214 researchers, 19 research centers, 15 experimental fields, comprising different Brazilian ecosystems and 12 crops (annual and perennial). Hence, several areas of scientific knowledge will be integrated, besides facility sharing, and optimization of financial resources and results. Research, development and innovation will be focused on the responses from 12 annual and perennial crops to the precision agriculture adoption, as well as on the development of tools and technologies for the dissemination of precision agriculture. The organization, training and management related to the team activities is under the responsibility of the management committee, which is also in charge to integrate all results in a data bank. This project will play an important role in the generation of innovation in precision agriculture to maximize the capacity of Brazilian agricultural fields towards efficient production with environmental protection. Academic and extension events will support partnership between private and governmental sectors to enhance precision agriculture adoption in Brazilian agriculture. The general objective of PA network is generate knowledge, tools and technological innovations on PA, in order to increase the efficiency of production systems, regarding the competitiveness and sustainability of Brazilian agribusiness. The specific objectives are listed: generate technologies for optimization of rational input application; reduce environmental risks and degradation, and maximize profit; analyze causes of spatial and temporal variability of agricultural production systems; develop mechanisms and procedures to construct decision maker support systems in agricultural production systems; measure the economic efficiency and identify indicators to quantify the environmental benefits as a consequence of precision agriculture adoption; transfer technologies and evaluate the adoption level of precision agriculture in Brazil.

**Keywords:** soil electrical conductivity, aerial imagery, data bank, pilot units, research and development, PA tools, annual crops, perennial crops, technological innovation.

### 1. Introdução

A agricultura de precisão é um conjunto de tecnologias destinadas ao manejo de solos, culturas e insumos, que visa um melhor e mais detalhado gerenciamento do sistema de produção agrícola em todas as etapas, desde a semeadura até a colheita. Por isso, a AP tem como foco a gestão de sistema produtivo agrícola considerando a variabilidade espacial e temporal visando minimizar efeito negativo ao meio ambiente e maximizar retorno econômico.

Atualmente existem resultados práticos e de pesquisa mostrando que a aplicação de insumos a taxa variável, comparada com a aplicação pela maneira tradicional (uniformemente na área) há uma otimização dos volumes necessários utilizando a agricultura de precisão, portanto significativa redução de custos e de desperdícios, com ganhos econômicos e ambientais. Estas experiências mostram também que a AP não se limita a procedimentos que exigem aparelhos de

alta sofisticação e investimentos caros. Qualquer propriedade, inclusive a familiar, pode adotar alguns desses procedimentos e equipamentos, a custos mais baixos. Além disso, a AP pode ser implementada por partes. Pode ser iniciada em operações que sejam consideradas mais importantes para uma determinada cultura como, por exemplo, correção do solo, detecção de pragas e doenças, fertilidade, etc.

Atualmente já existem algumas máquinas para aplicação à taxa variada no País e o mercado está iniciando o seu uso, porém a intensidade de adoção da agricultura de precisão ainda está muito aquém de países como EUA e Argentina. Um dos problemas que surge com a aquisição dessas máquinas, por sua vez, é a dificuldade em interpretar os mapas e realizar uma recomendação agrícola, ou seja, uma gestão da variabilidade espacial e temporal da propriedade. É compreensível que sem um diagnóstico da variabilidade com suas causas determinadas, não é possível realizar uma análise e gerar uma recomendação de um tratamento à taxa variada. Entender as dificuldades apenas após a aquisição de equipamentos não é uma forma muito adequada de implementação da agricultura de precisão. O levantamento inicial das variações de atributos agronômicos no campo, o reconhecimento, a identificação do potencial do tratamento da variabilidade e a sua gestão, quer seja por aquisições de máquinas, quer seja por tratamentos diferenciados, fundamenta a projeção de retorno do investimento e, portanto deveria ser os passos da adoção da agricultura de precisão. As metodologias de levantamento inicial das variabilidades de atributos agronômico do campo ainda não estão bem estabelecidas no Brasil. Nos EUA, em muitas áreas medidas de condutividade elétrica do solo, tomada de imagens aéreas e detalhamento da topografia são elementos básicos para iniciar o reconhecimento da variabilidade de uma área agrícola produtiva. São medidas de baixo impacto no investimento, porém apresenta informação quanto à intensidade e distribuição espacial e temporal de alguns dos atributos mais importantes para a agricultura. A topografia apesar de simples pode ser um indicador interessante para gerir a área, pois em áreas côncavas pode ocorre

acúmulo de matéria orgânica e de fertilizantes. Imagens podem apresentar “manchas” que indicam alguma diferença de atributo. Uniformidade em condutividade elétrica pode ser indício de uniformidade em atributos químicos e físicos do solo. No Brasil, tais metodologias poderiam ser exploradas em diferentes culturas, em diferentes condições edafoclimáticas, antecipando a aplicação da agricultura de precisão.

No Brasil, fica evidente que para que a agricultura de precisão atinja seus objetivos e reforçar a sustentabilidade do processo produtivo há ainda grandes desafios. Considerar a variabilidade como um fator importante de gestão para a sustentabilidade do negócio agrícola e do meio ambiente é ainda uma postura a ser desenvolvida para o campo. A pesquisa em agricultura de precisão também deve avançar na dimensão mais agronômica em diferentes culturas e regiões, considerando a distribuição espacial e temporal das doenças e pragas, fertilidade do solo, qualidade dos produtos, água, entre outros elementos para considerar uma gestão precisa em direção à sustentabilidade do processo produtivo agrícola. A rede de pesquisa em Agricultura de Precisão da Embrapa foi estabelecida levando em consideração as várias dimensões do sistema produtivo e tem como objetivo principal gerar conhecimentos, ferramentas e inovações tecnológicas, visando incrementar a eficiência de sistemas produtivos, em busca de maior competitividade e sustentabilidade do agronegócio brasileiro. Tem os seguintes objetivos específicos:

- Gerar tecnologias para otimizar a aplicação racional de insumos, para reduzir riscos e degradação ambiental e maximizar o retorno econômico;
- Estudar as causas da variabilidade espacial e temporal das respostas dos sistemas produtivos;
- Desenvolver mecanismos e procedimentos para a construção de sistemas de suporte à tomada de decisão em sistemas produtivos;
- Mensurar a eficiência econômica e ambiental pela adoção de tecnologias da Agricultura de Precisão;
- Disseminar as tecnologias e avaliar o nível de adoção da Agricultura de Precisão no Brasil.

Estes objetivos e metas vêm sendo executadas desde novembro de 2009, quando se iniciou a rede, e estão registrados na homepage da Rede de Pesquisa (<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2>).

Para alcançar os objetivos, a rede conta com 19 Unidades de pesquisa da Embrapa e cerca de 200 pesquisadores; 15 unidades experimentais distribuídos nas regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país; 11 culturas entre perenes e anuais e cerca de 100 atividades de PD&I. A Embrapa aprovou a rede com 2,5 milhões de reais com a recomendação de que, por meio de captação externa, atingisse os 6,7 milhões de reais solicitadas pela proposta com o intuito de fortalecer parcerias e compromissos com instituições de fomento, pesquisa, ensino e com empresas privadas.

A Agricultura de Precisão (AP) na Embrapa estabeleceu-se inicialmente em culturas de grãos como soja e milho. Para cobrir demais culturas importantes ao País, o projeto agrupou por afinidade de processo (preparo de solo, plantio, cultivo e colheita), ou seja, em culturas anuais e em culturas perenes. Nas culturas anuais, estão presentes os grupos mais experientes em AP devido a estes terem participado de projetos Prodetab (<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2001/outubro/bn.2004-11-25.7504740075/>) ou na primeira rede no Macroprograma 1 (MP1) da Embrapa (<http://www.embrapa.br/publicacoes/institucionais/pesquisa-em-rede/>). Entre as culturas perenes o grupo mais experiente está na citricultura por ter um histórico com projeto financiado com recursos do Prodetab e FAPESP/PIPE. Nas demais culturas (algodão, pastagem, trigo, uva, arroz, pêssego, eucalipto e pinheiro), estão presentes as Unidades não tradicionais nessa área, o que merece uma atenção maior em relação ao nivelamento de conhecimentos, previsto como uma das primeiras atividades da rede. As áreas experimentais denominadas aqui de Unidades Piloto (UP) previstas para serem exploradas estão listadas abaixo. São 8 UP na região Sul, 5 na região Centro-oeste, 2 na região Sudeste e 1 na região Nordeste, dos quais 6 são culturas anuais e 9 são perenes e semiperenes. Portanto

as UP são áreas de condução de experimentos de campo diversificados onde poderão ser exploradas as diferenças regionais e culturais com uma abrangência significativa do território agrícola do País. Estão sendo realizadas ações de pesquisa e de tomadas de dados transversais e sincronizados com a realização de dias de campo.

Unidades Piloto – culturas anuais:

- Milho/Soja: Planaltina de Goiás, DF - Embrapa Cerrados e Embrapa Milho e Sorgo;
- Soja/Milho/Sorgo: Rio Verde, GO - Comigo e Embrapa Solos;
- Algodão/Soja/Milho: Cristalina, GO - Grupo SLC e Embrapa Algodão;
- Soja/Milho/Trigo: Guarapuava, PR - Cooperativa Agrária Agroindustrial (Cotrijal), Embrapa Soja e Embrapa Milho e Sorgo;
- Trigo/Soja/Milho/Cevada: Não-Me-Toque, RS - Cotrijal e Embrapa Trigo;
- Arroz irrigado: Pelotas, RS - Embrapa Clima Temperado.

Unidades Piloto – culturas perenes e semiperenes:

- Cana de Açúcar: Mogi Mirim, SP - CTBE e Embrapa Monitoramento por Satélite;
- Laranja: Matão, SP - Grupo Fischer e Embrapa Instrumentação Agropecuária;
- Lavoura-pecuária: Bagé, RS - Embrapa Pecuária Sul;
- Lavoura-pecuária: Dourados, MS - Embrapa Agropecuária Oeste;
- Pastagem tropical intensiva: São Carlos, SP - Embrapa Pecuária Sudeste;
- Pêssego: Canguçu, RS - Embrapa Clima Temperado;
- Uva de mesa: Petrolina, PE - Embrapa Semiárido;
- Uva de vinho: Bento Gonçalves, RS - Vinícola Miolo e Embrapa Uva e Vinho.

Paralelamente às atividades de pesquisas nas culturas anuais e perenes conduzidas nas UP, estão sendo desenvolvidas novas ferramentas como metodologias em geoprocessamento, tecnologia da informação, processamento de imagem, mineração de dados, eletrônica embarcada, redes de sensores sem fio, protocolo de comunicação entre máquinas agrícolas, novos sensores, atuadores e controladores. Esses temas relacionados às pesquisas básicas

predominantemente na área de tecnologia da informação e de instrumentação atuarão de forma a receber orientações das UP, para aumentar o potencial de uso e de impacto nas cadeias das culturas abordadas pelo projeto. Os testes e eventuais validações dos protótipos em campo ocorrerão nessas UP. Os dados dos protótipos obtidos nas UP poderão integrar aos dados armazenados na Unidade de Sistema de Informação Geográfica da rede fornecendo um arsenal de informação mais rica do que uma análise isolada.

## 2. Três estratégias de integração e transversalidade entre atividades da Rede AP

Estão previstos três processos estratégicos transversais para integrar as atividades entre as UP. O primeiro processo estratégico é a integração por meio de fundamentos e conhecimentos básicos em AP. A base conceitual em AP da Embrapa está sendo uniformizada e consolidada desde o início do projeto por meio de treinamento para os membros da Rede. E será aperfeiçoada em temas específicos durante o desenvolvimento do projeto com a realização de Workshops, a medida que forem detectadas as demandas. Essa base molda o conceito das atividades das 15 Unidades de Pesquisa e fornece uma linguagem a toda equipe para que os membros das UP interajam mesmo sendo de especialidades diferentes, trabalhem com diferentes culturas e estejam em diferentes agroecossistemas. Os resultados parciais estão sendo igualmente consolidados e divulgados em novos eventos técnico científicos no país como Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão e Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão e no exterior como a *Intenational Conference on Precision Agriculture*. A interação com o Comitê Brasileiro de Agricultura de Precisão também tem sido estimulada.

O segundo processo estratégico é a de construção de um repositório dos dados geograficamente referenciados. Todos os dados e informações estão sendo inseridos em um Sistema de Informação Geográfica localizado na Embrapa Informática Agropecuária e dados de segurança copiados na

Embrapa Pecuária Sudeste. A esse sistema foi denominado nessa proposta de Unidade de Sistema de Informação Geográfica (UI) onde estão sendo instalados os SIG mais utilizados em AP e também os recursos (máquinas, softwares e ferramentas) de custo elevado. O acesso remoto também está sendo considerado para dinamizar contatos e trocas de informações entre membros da equipe e especialistas de diferentes áreas.

O terceiro processo estratégico consiste no levantamento de dados básicos das UPs. Entre muitos processos de identificação e medição de variabilidade da área há três procedimentos estabelecidos que a princípio podem ser utilizados em todas as culturas. Uma delas é a medida da condutividade elétrica (CE) do solo, outra é a altimetria e por último a tomada de imagem aérea. Com esses três procedimentos, será possível alimentar a UI com informações da variabilidade da cada UP num formato comum a todos e integrar aos dados fornecidos por ações durante o desenvolvimento das etapas do projeto. A orientação da medida e o uso da imagem aérea, topografia e CE do solo serão explorados juntamente com a estratégia de integração conceitual, ou seja, no encontro/treinamento. Essas três estratégias, consideradas chaves para a rede e garantem a transversalidade do uso de ferramentas, aquisição e disponibilização de dados e transferência de conhecimento.

## 3. Estratégia de medida da CE do solo e altimetria de todas as UP

O mapeamento de CE do solo é uma estratégia que pode ser considerada como a mais utilizada em AP para auxílio na identificação da variabilidade do solo e orientação inteligente para amostragem, devido ao custo e praticidade operacional. A topografia, principalmente as áreas côncavas e convexas, por ser indicador do tipo de solo, causa de acúmulo ou lixiviação de água e nutrientes, assim como definir o potencial de erosão, é também um potencial indicador de variabilidade do solo a baixo custo. Como a medida de CE é alternativa viável, a rede supre com medidor de CE portátil econômico construído em atividade do projeto,

potencializando o efeito multiplicador dessa estratégia. Em UP com áreas maiores, o projeto utilizará o equipamento Veris adquirido pela Embrapa em projetos anteriores. A altimetria deverá ser realizada por cada Unidade responsável pela UP e conferida por receptor GPS RTK de maior precisão a ser adquirido pelo projeto. Observa-se que esses dados fornecerão uma orientação da variabilidade em comum às 15 UP, porém a análises de fertilidade e outras variáveis de interesse agrônomo para fornecer diagnóstico e prescrição de tratamento da cultura deverão ser realizados pelas atividades de pesquisa previstas em cada UP.

#### 4. Estratégia de tomada de imagem aérea

A imagem aérea também tem sido uma ferramenta muito aplicada por usuários de AP por conseguir sintetizar variabilidade de uma grande área aos produtores sem conhecimento computacionais ou sem domínio de metodologias científicas complexas. Assim como a CE do solo, os seus dados favorecem a análise visual e fornece informações sobre a variabilidade do campo úteis independente de cultura. Porém, apesar do seu uso corrente possibilitar análise informal, essa técnica possui ainda muito potencial a ser explorado (abordado no “estado da arte”) e o presente projeto busca, dentro do tema sensoriamento remoto e processamento de imagens, obter avanços. Há na prática uma variação muito grande de alternativas de tomadas aéreas inicialmente por imagens por satélite; por veículos aéreos (aeroplanos e helicóptero) convencionais (inclui-se ultraleve); por veículos aéreos não tripulados (VANT), pipas e posicionamento de câmeras em torres. Atualmente existem VANT no mercado com recursos automatizados possibilitando uma operação segura com custo baixo em comparação com outras alternativas. Observando ainda que a redução de custo desses sistemas tem sido uma tendência consistente e aponta para a possibilidade de observar uso cada vez maior dessa ferramenta no campo. A estratégia proposta pela rede é de adquirir câmeras e um VANT para tomada de imagem aérea das 15 UP do projeto. Como essa atividade pertence a vários

planos de ação distribuídos em três PC e requer uma sincronização entre os cronogramas das UP, esta tem sido organizada sob coordenação geral do projeto. Observando que atividades relativas a essa estratégia assim como medida da CE do solo e altimetria estão espalhadas nas atividades de outros Projetos Componentes e o PC1 irá realizar a gestão. Essa ferramenta apoiará as atividades das UP, uniformizará a qualidade das imagens utilizadas por UP, auxiliará na padronização de métodos de análise e fornecerá dados de campo no desenvolvimento de metodologias de processamento e uso dessas imagens, juntamente com mapas de CE do solo e topografia.

#### 5. Estratégia de organização (estrutura do projeto)

A rede está estruturada em cinco Projetos Componentes (PC). O PC1 de Gestão cuida do gerenciamento técnico, administrativo, financeiro e de comunicação do projeto em rede. É composto um comitê gestor formado pelos líderes dos PC. O PC1 apresenta quatro Planos de Ação (PA): Gestão de recursos financeiros; Gestão técnica; Gestão de relações institucionais e Gestão do conhecimento e da informação.

O PC2 “Desenvolvimento e validação de instrumentos e de tecnologias de informação” executa ações de pesquisa, desenvolvimento e padronização de novas ferramentas como softwares, sensores, equipamentos e metodologias associadas à AP. O PC3 “Caracterização, monitoramento e manejo da variabilidade espaço temporal em sistemas de culturas anuais” deve desenvolver e aplicar os conhecimentos e as tecnologias em culturas de milho, soja, algodão, arroz e trigo. Estão atuando sob esse tema como responsáveis por atividades as unidades da Embrapa: Algodão, Milho e Sorgo, Solos, Soja, Trigo, Cerrados, clima Temperado e Pecuária Sudeste, e as respectivas Unidades Piloto (UP) onde são realizados os experimentos e estudos de campo em culturas anuais. O PC4 “Caracterização, manejo e monitoramento de atributos do solo e da planta em sistemas de produção de plantas perenes” cuida de silvicultura (eucalipto), fruticultura

(pessegueiro, macieira, laranja e videira), cana de açúcar e pastagem. As UP foram instaladas pelas seguintes Unidades da Embrapa: Semi Árido, Agropecuária Oeste, Clima Temperado, Floresta, Uva e Vinho, Pecuária Sudeste e Pecuária Sul. Essas Unidades estão listadas com as respectivas atividades às quais são responsáveis. O PC5 “Inovação tecnológica em agricultura de precisão” é o que possui interação com os resultados de todos PC e interage com as UP para promover ação de transferência e estabelecer Unidades Demonstrativas. Informações técnicas geradas deverão estar disponíveis para PC5 por meio da UI, e este deve sistematizar para potencializar inovação no sistema produtivo. O PC5 deve ainda viabilizar e fomentar outros PC para proteção intelectual e negociação de tecnologias para o mercado, assim como oferecer informações que subsidiem Políticas Públicas do governo. Todas as estratégias e a estrutura do projeto estão ilustradas no diagrama.

## 6. Estrutura do PC1 Gestão da Rede AP

O PC1 “Gestão” está estruturado em 4 Planos de Ação (PA) e apresenta 17 atividades. A gestão de recursos financeiros está sob a responsabilidade do PA1 desse PC e subdividido em três atividades compreendendo o planejamento, acompanhamento e distribuição.

A gestão técnica, aqui entendida como gestão técnica dos membros da rede, buscará a integração das equipes por meio de temas relacionados à AP, acompanhar o cronograma e o avanço técnico das atividades da rede. Essa gestão está formalizada no PA2 desse PC executada por 5 Atividades. As atividades relacionadas ao treinamento e encontros no âmbito da rede estão alocadas nesse PA.

A gestão de relações institucionais (PA3) atuará administrando e secretariando os contatos com as instituições executoras, clientes e parceiras envolvidas na rede. Essa gestão é responsável para auxiliar o estabelecimento das ações, das responsabilidades e do compartilhamento de resultados entre as instituições envolvidas. Essa gestão sugere contrato de parceria às Unidades com atividades em conjunto descobertas de formalidade

contatando e envolvendo a Assessoria de Inovação Tecnológica – AIT e a Coordenadoria de Apoio à Inovação e à Propriedade Intelectual - CAP da Assessoria Jurídica – AJU da Embrapa. Observando que algumas atividades dessa rede já contam com financiamentos de órgãos de fomento e parcerias firmadas com empresas privadas e instituições parceiras, e estão um pouco mais detalhados no item “Envolvimento do Setor Privado”.

O PA4 trata da gestão do conhecimento e da informação a ser gerado pelo projeto, com propósito de buscar interação e integração. Estão previstos nesse PA atividades relativas à implementação e à gestão do portal na Web, da Unidade de Sistema de Informação Geográfica (UI), da tomada de imagem aérea, da medição da CE do solo e da altimetria nas UP. O portal apoia tanto na inserção de informações geradas para disseminação ao público externo, quanto à gestão das atividades e interação entre os membros da equipe. Observando que a gestão do conhecimento para o público externo está prevista no PC5 e para essas informações não há acesso restrito. A gestão da UI viabiliza o armazenamento e o acesso aos dados georreferenciados gerados nas UP. Com o armazenamento dos dados e a instalação de arsenal de SIG implementados na UI por meio da Atividade 2 do PA4 busca-se a padronização tanto dos dados como de métodos de análise, construindo ao mesmo tempo a capacitação da Embrapa para análise desse tipo de dados em um elevado número de regiões e de produtos, somente possível em projetos em rede. O acesso a esses dados serão geridos pelas Atividades 4 e 5 desse PA onde serão implementados critérios de acesso controlado pelo portal por meio de senha com diferentes níveis de hierarquia. A geração de dados comuns às 15 UP (imagem aérea, CE do solo e topografia) bem como a obtenção dos mesmos, como são estratégicos para garantir a transversalidade e integração, estão implementadas nesse PC1 Gestão e a sua execução previstas nas Atividades 5 e 6 do PA4. Ajuste de cronograma dessas atividades deverá ser realizado posteriormente à aquisição dos equipamentos e à implantação do plano de trabalho de cada UP.

A proposta foi aprovada em novembro de 2009, e no início 2010 foram realizados dois

encontros agrupando várias atividades para viabilizar o número de reuniões previstas. No primeiro semestre do projeto foram realizados dois encontros. Uma das reuniões foi a do Comitê Gestor, a qual teve como objetivo estabelecer o calendário de eventos da rede, cronograma de trabalho e discutir o compromisso de todos para viabilizar a gestão das atividades previstas no projeto. Foi elaborada a programação da primeira reunião geral da rede, consistindo no segundo encontro do semestre. A primeira reunião geral teve a finalidade de realizar o nivelamento técnico; orientação na montagem das Unidades Piloto e seu relacionamento com atividades transversais; apresentar a dimensão e a estrutura do projeto; apresentar os principais atores da rede e finalmente discutir calendários e compromissos de cada um para consecução do objetivo final. Observa-se a importância e a dimensão da organização dessa reunião, pois a rede possui cerca de 200 membros de 20 Unidades da Embrapa distribuídos em 176 atividades (27 planos de ação), além de parceiros de Universidades, institutos e empresas.

O projeto tem como meta realizar uma reunião geral anual e uma reunião semestral do Comitê Gestor buscando sempre agrupar as atividades. O comitê tem utilizado regularmente reuniões virtuais utilizando voz sobre IP ou VoIP (*Voice over Internet Protocol*), como forma de manter os membros informados, discutir atividades e compartilhar a tomada de decisões.

### 7. Estrutura do PC2 – novas ferramentas em relação aos PC3 - culturas anuais e PC4 – culturas perenes

O PC2 busca o desenvolvimento de novas ferramentas para a AP. Foi estruturado com 30 atividades distribuídos em 3 PAs atuando no desenvolvimento de equipamentos, sensores, metodologias e processos. A integração do PC2 com o PC3 e PC4 está na troca de experiências. As atividades do PC2 deverão obter subsídios do campo por meio de parâmetros de requisito de funcionamento fornecido pelas UP do PC3 e PC4. Testes e validação também deverão ocorrer

nas UP buscando interação e integrando-se com as informações armazenadas na UI.

### 8. Estrutura do PC3 e PC4 para culturas anuais, perenes e semiperenes

O conjunto de Unidades Piloto (UP) gerenciadas pelos PC3 e PC4 compõe o elemento referencial principal do projeto onde ocorrem estudos e demonstrações abrangendo as culturas perenes, semiperenes e anuais nas diversas regiões do país. No primeiro ano as atividades foram concentradas na integração dos membros da equipe, treinamento, aquisição e instalação de ferramentas (SIG, fotografia aérea e condutividade elétrica do solo) no apoio ao estabelecimento das UP. Novas atividades de pesquisas com natureza específica de uma cultura ou região, porém de interesse à Agricultura de Precisão, estão sendo submetidas às instituições de fomento para viabilizar ações de estudos pontuais durante o desenvolvimento do projeto. No segundo ano os dados gerados pelas UP estão sendo integrados à Unidade de Sistema de Informação e preparadas para receber atividades do PC2 para testes, ajustes e validação. Atividades de levantamento da variabilidade espacial em UP deverão ser iniciadas e continuadas. No terceiro ano, com os primeiros dados obtidos nas UP, deverão ser estudados e propostos meios de intervenção considerando aspectos econômicos além dos técnicos e operacionais. No quarto ano os resultados da intervenção deverão ser apresentados por meio do PC5.

Observa-se que nas culturas anuais como o milho e a soja as atividades serão coordenadas por grupos experientes e maduros. As suas áreas de campo são de produtores com máquinas colhedoras providas de monitor de colheita e há uma massa crítica comparativamente muito maior que outras culturas. A possibilidade de trabalhar no tema com diferentes áreas e com metodologias e dados que permitem estudo comparativo traz um potencial de resultados maior em comparação aos trabalhos isolados. Nas culturas de algodão, arroz e trigo as pesquisas serão realizadas por grupos menos experientes, porém há grupos internacionais com trabalhos relativamente avançados nessas culturas.

Pela proximidade dos processos de amostragem e análise com as culturas mais avançadas (soja e milho) é provável que esses grupos avancem rapidamente no domínio do conhecimento. Devido a essas características e potencialidades, os PA foram organizados por processo, ou seja, processo de mapeamento de variabilidade de culturas, processo de mapeamento do solo e assim por diante. Ao todo são 5 PA, sendo um deles de gestão. Para as culturas perenes e semiperenes (PC4), o desafio parece maior considerando a inexistência de massa crítica na Embrapa. Devido à peculiaridade de cada cultura abordada por esse PC, apesar das características perenes e semiperenes da cultura, há clara diferença no produto final da silvicultura, pastagem e fruticultura. A AP em fruticultura tem sido explorada internacionalmente em números menores de trabalhos em relação à de grãos e há uma disponibilidade menor de equipamentos apropriados como, por exemplo, para produção de mapa de colheita, mas muito mais intensa do que em silvicultura e pastagem. Ainda no caso da fruticultura os aspectos qualitativos da produção devem ser ainda mais relevantes que os quantitativos. Devido às essas características o PC4 foi estruturado com enfoque maior de culturas com o intuito de concentrar discussão no tema e suas soluções. Porém seus dados, incluindo imagem aérea, topografia e CE do solo, continuam sendo armazenados na UI do projeto e, portanto, passíveis de estudos comparativos com especialistas de diferentes áreas.

### 9. Estratégia de integração dos resultados

O PC 5 foi estruturado para que as informações geradas na rede fossem sistematizadas e formatadas para adequar ao público interno e externo. Os públicos considerados externos ao projeto de modo geral são indústria, técnicos, produtores, pesquisa, ensino e governo. As demandas e possibilidades de colaborações e parcerias serão sistematizadas e divulgadas aos membros (público interno) pela rede comunicação e nas reuniões presenciais do grupo. Já o público interno refere-se aos membros do projeto, uma vez que se detectou que os conceitos de AP deveriam ser internalizados e difundidos

entre os pesquisadores e analistas da Embrapa e parceiros.

O PC5 realiza ainda a comunicação e interface entre a rede com outras instituições, governo e empresas privadas. As metas principais desse PC para divulgar resultados e conceitos são:

- Homepage do projeto;
- Documento marco referencial da Agricultura de Precisão pela Embrapa;
- Cartilha em Agricultura de Precisão (foco em extensionistas e produtores);
- Vídeo sobre Agricultura de Precisão;

No PA1 do PC5 são realizadas as atividades para a integração, troca de experiências e articulação de toda a equipe do projeto componente. Isso se dá por meio das reuniões gerais e Workshops previstos para ocorrer pelo menos uma vez por ano. Nesta oportunidade tem sido realizadas reuniões com todos os responsáveis pelos PAs do PC2, os quais apresentarão os principais resultados obtidos e serão discutidos aspectos de orçamento, fluxo de informações, principais dificuldades e eventuais alterações. Nessas reuniões tem sido estimuladas ações de parceria e troca de conhecimentos e informações entre os membros da equipe e destacadas ações de sucesso que possam ser disseminadas com os demais membros do projeto. É estimulado também o uso e compartilhamento das informações contidas nos bancos de dados a serem criados no projeto, bem como a utilização da homepage para inserir e obter informações atualizadas do andamento das atividades, facilitando também o processo de encaminhamento dos relatórios anuais de acompanhamento do projeto.

A difusão dos resultados é realizada por meio de diversos mecanismos como as publicações técnicas e científicas, participação em feiras e eventos científicos, dias de campo, unidades demonstrativas e palestras, dentre outros. As questões referentes à inovação tecnológica também são tratadas nesse PC. Dessa forma as atividades de proteção intelectual, análise de mercado e negociação de tecnologias estão com atividades e equipes mobilizadas.

## 10. Recursos de investimento presente nesse projeto

Na proposta para a Embrapa, o valor do investimento orçado foi de 1,2 milhões de reais. Apesar da aprovação da proposta, a Embrapa liberou orçamento de 200 mil reais para quatro anos (50 mil por ano) para essa alínea, sugerindo que o restante fosse captado com órgãos de fomento e outras instituições parceiras. A rede busca, portanto por meio de parcerias, empréstimo de máquinas e equipamentos como colhedoras com monitor de colheita, aplicadoras de insumos localizados, coletores de solo, entre outros com objetivo de envolver usuários e potencializar resultados. No link da rede, já apresentado anteriormente estão reportados alguns eventos já realizados. Em meados

de 2011, a Embrapa liberou os 1,2 milhão de reais com intuito de fortalecer a contrapartida da rede e incentivar parcerias.

Para atrair parceiros, algumas contrapartidas foram propostas pela rede. Os equipamentos listados e propostos para serem adquiridos nesse projeto, além de serem fundamentais para oferecer uma contrapartida aos potenciais parceiros, fazem parte de ações de pesquisa transversais e fornecem sustentação e conexão entre os participantes da rede. Estão agrupados em três: Aquisição de dados espacialmente variados, Equipamentos de apoio à gestão de dados do campo para as 15 Unidades Piloto distribuído pelo País e uma Unidade de Informação onde serão concentrados todos os dados e informações da rede.