**Problema de pesquisa:** como projetar, implementar e avaliar sistemas computacionais colaborativos eficientes para apoiar a tomada de decisão dos usuários no domínio da agricultura 4.0.

Características de sistemas colaborativos (gerais e específicas), que estão relacionadas entre si, e problemas que podem ocorrer:

- atualização em tempo real (problemas de múltiplos acessos simultâneos; necessidade de exibição de alertas e erros sobre atrasos; regras de funcionamento (entrada, processamento e saída));

- múltiplos dispositivos para entrada e saída de dados (*smartphones*, *desktops*, sensores e robôs) (problemas de integração; interoperabilidade; escalabilidade de dispositivos; tolerância a falhas - possibilidade de substituição de sensores danificados);

- múltiplos usuários (agricultores, técnicos agrícolas, engenheiros agrônomos) (problemas de usabilidade (facilidade de uso, segurança, satisfação, acessibilidade, memorização do usuário), envolvendo interfaces humano-computador e formas de interação; definição de grupos de usuários; carga cognitiva (muitas tecnologias e formas de uso); escalabilidade de usuários; regras de uso; atribuição de significado e interpretação das informações);

- múltiplas plataformas das fontes de entrada. Por exemplo, diveras plataformas de *smartphones* (problemas de integração; interoperabilidade; usabilidade (facilidade de uso, segurança, satisfação, acessibilidade, memorização do usuário), envolvendo interfaces humano-computador e formas de interação);

- múltiplos tipos de informações de entrada (imagens, voz, texto e vídeos) (problemas de armazenamento e processamento (imagens podem ocupar mais espaço), usabilidade (facilidade de uso, segurança, satisfação, acessibilidade, memorização), envolvendo interfaces humano-computador e formas de interação; carga cognitiva (muitas tecnologias e formas de uso);

- múltiplos tipos de informações de saída (imagens, áudio, texto, modelos tridimensionais e vídeos) (problemas de armazenamento e processamento, usabilidade (facilidade de uso, segurança, satisfação, acessibilidade, memorização), envolvendo interfaces humano-computador e formas de interação; carga cognitiva (muitas tecnologias e formas de uso);

- múltiplas informações sobre o domínio (planta, clima, pragas, ervas daninhas, doenças) (problema de especificação de subdomínios; granularidade (sistema incorpora informações em atualizações); relação dos subdomínios – planta e clima, planta, pragas e clima);

- informações de saídas para múltiplos usuários (agricultores, técnicos agrícolas, engenheiros agrônomos) (problemas de usabilidade (facilidade de uso, segurança, satisfação, acessibilidade, memorização), preferências dos usuários, envolvendo interfaces humano-computador e formas de interação);

- informações de entradas de múltiplos sensores e robôs (problemas de conexão com a Internet em regiões afastadas; de nível de autonomia; de consumo de energia; de processamento e armazenamento local, envolvendo o que pode ser processado e armazenado localmente de acordo com os recursos de hardware e software, o consumo de energia, de maneira a não prejudicar a entrada de novas informações);

- informações de entradas de múltiplos usuários (problemas de conexão com a Internet em regiões afastadas; de consumo de energia; de prioridade dependendo do nível do usuário e do nível de grupo de usuários do mesmo nível; de necessidade de diferentes interfaces humano-computador e formas de interação; de necessidade de definição de níveis e grupos; de processamento e armazenamento local, envolvendo o que pode ser processado e armazenado localmente de acordo com os recursos de hardware e software, o consumo de energia, de maneira a não prejudicar a entrada de novas informações);

- sincronização das informações de entrada na nuvem (*cloud computing*), que envolve:

- priorização da informação a ser processada: a mesma informação é recebida pelo servidor ao mesmo tempo de diferentes fontes (por exemplo, do sensor A e do usuário 1) (problemas para identificação das similaridades; definição de prioridades com a participação de usuários);

- complementação da informação: a mesma informação é recebida pelo servidor ao mesmo tempo de diferentes fontes (por exemplo, do sensor A e do usuário 1), mas de diferentes tipos (texto, imagem e voz), e elementos podem ser extraídos para completar ou confirmar a informação (problemas para identificação das diferenças, extração e complemento; custo/benefício da confirmação em termos de processamento, recursos utilizados);

- completude da informação: a informação é recebida pelo servidor, mas incompleta, como por exemplo, uma imagem incompleta (problemas para identificação das lacunas e correção, por aproximação, interpolação, utilização de um outro tipo de informação, adoção de um padrão, emissão de avsios para usuários sobre a necessidade de completar a informação – dependência de conexão com a Internet, energia, processamento; custo/benefício de cada forma de completude);

- informação adicional automática: uma informação adicional é adicionada automaticamente em uma informação capturada pelo usuário. Por exemplo, o usuário captura uma imagem usando o *smartphone*, e o sistema busca automaticamente a geolocalização e o clima (problemas de conexão com a Internet em regiões afastadas; de consumo de energia; de processamento e armazenamento local, envolvendo o que pode ser processado e armazenado localmente de acordo com os recursos de hardware e software, o consumo de energia, de maneira a não prejudicar a entrada de novas informações);

- classificação da informação após o processamento: informação foi útil, parcialmente útil ou inútil, atribuindo nível de qualidade para a informação (problemas de custo/benefício para a classificação; de necessidade da participação de usuários; da inviabilidade devido a quantidade de informações e necessidade de agrupamento (*clusters)* de informações por data, região, clima, tipo da informação, fonte, ou combinação (região e clima); flexibilidade na combinação de informações);

- priorização das informações do domínio: o processamento de determinadas informações tem prioridade. Por exemplo, uma atividade de colheita está em andamento e o processamento de informações sobre o clima tem prioridade sobre o processamento de informações sobre pragas, no entanto, pode-se perder inferências (problemas de necessidade da participação de usuários para definição de prioridades; da inviabilidade devido a quantidade de informações e necessidade de agrupamento (*clusters*) de informações por data, região, clima, tipo da informação, fonte, ou combinação (região e clima); flexibilidade na combinação de informações).

**Contexto em especificação**:

- objetivo: tomada de decisão;

- cultura: soja;

- dispositivo principal do usuário: *smartphone*;

- pequenas e médias propriedades rurais;

- limitação da quantidade e sofisticação de sensores e robôs;

- domínio: pragas, ervas daninhas e doenças;

- usuários: agricultores, engenheiros agrônomos.