

Ano 18, Vol. XVIII, Núm.1, jan-jun, 2025, pág. 182-200

..

Aplicação da Informática na Agricultura (Moçambique)

Application of IT in Agriculture (Mozambique)

Brígida D'Oliveira Singo

Felisberto Singo

RESUMO

O problema fulcral desta pesquisa, relaciona-se com a evolução da tecnologia na agricultura de tração animal à robotização impõe a transformação digital responsável por mudanças na sociedade, marcadas pela utilização de diferentes vias tecnológicas para melhorar o desempenho e otimizar resultados de empresas, instituições e pessoas. Um dos motores dessa transformação digital é a informática. Neste contexto constitui objectivo estudar a influência da informática aplicada na chamada Agricultura 1.0, marcada por ser eminentemente destinada à subsistência dos produtores mudando para o paradigma a agricultura digital. Trata-se de uma pesquisa de campo constituído por duas amostragens de culturas (milho e feijão-manteiga) em campos de cultivo e aliada ao método bibliográfico. A análise das amostras das duas culturas colectadas em dois campos cultivados, revelaram como resultados a suas variações de crescimento. As duas culturas cultivadas com técnicas diferentes mostraram características distintas, apresentando níveis ideais e acima do ideal. Concluiu-se que uma das técnicas de cultivo (subsistência/ com enxada de cabo curto) apresenta dificuldade de manuseio e de obtenção de informação, por exemplo sobre a deficiência de nutrientes nos solos, como indicador a considerar na estratégia de opção da técnica de cultivo do milho e de feijão-manteiga.

Palavras-chave: agricultura de subsistencia 1; tecnica de manuseio 2; tipo-cultivo 3; agricultura mecanizada 4, agricultura digital.

ABSTRACT

The central problem of this research is related to the evolution of technology in agriculture from animal traction to robotization, which imposes the digital transformation responsible for changes in society, marked by the use of different technological paths to improve performance and optimize results of companies, institutions and of singular persons. One of the drivers of this digital transformation is information technology. In this context, the objective is to study the influence of information technology applied in the so-called Agriculture 1.0, marked by being eminently intended for the subsistence of producers, changing to digital agriculture paradigms. This is a field research consisting of two samples of crops (corn and butter beans) in cultivation fields and combined with the bibliographic method. The analysis of samples of the two crops collected in two cultivated fields revealed their growth variations as results. The two crops cultivated with different techniques showed different characteristics, presenting ideal and above-ideal levels. It was concluded that one of the cultivation techniques (subsistence/ with a short-handled hoe) presents difficulties in managing and obtaining information, for example about nutrient deficiency in the soil, as an indicator to be considered in the strategy for choosing the cultivation technique for corn and butter beans.

Keywords: subsistence agriculture 1; management technique 2; cultivation-type 3; mechanized agriculture 4; digital agriculture 5.

Introdução

O problema fulcral desta pesquisa, relaciona-se com a evolução da tecnologia na agricultura de tração animal à robotização impõe a transformação digital responsável por mudanças na sociedade, marcadas pela utilização de diferentes vias tecnológicas para melhorar o desempenho e otimizar resultados de empresas, instituições e pessoas. Um dos motores dessa transformação digital é a informática. Na agricultura, a informatização serve como instrumento de planejamento, pois, de uma forma geral, a agricultura deixou de ser uma actividade simples de abastecimento familiar e de venda de excedente. A agricultura está se tornando uma actividade complexa e as decisões nesta área necessitam, cada vez mais, de informações seguras em tempo real e actuais sobre as novas tecnologias disponíveis, sobre preços dos insumos e produtos, sobre a disponibilidade das máquinas e mão-de-obra, sobre a possibilidade de acesso ou oferta de crédito, etc. A exemplo de muitas outras áreas, como saúde, educação, indústria e meios de comunicação, hoje essa lógica também ganha força em quase todos os sectores de actividade humana. Ao longo da história da Humanidade o sector da agricultura sofreu diversas evoluções, que no começo, eram utilizados instrumentos rudimentares que auxiliavam as actividades do trabalho no campo.

No início do século XX praticava-se a chamada Agricultura 1.0, marcada por ser eminentemente destinada à subsistência dos produtores. Neste contexto constitui objectivo desta pesquisa, estudar a influência da informática aplicada neste tipo de Agricultura, para aferir as mudanças resultantes ou daí advindas e que conduzem para um paradigma de uma agricultura digital. À esta época, utilizava-se a tração animal para diversas operações agrícolas (Meireles, 1994). Durante muito tempo, a utilização da tração animal foi a tecnologia que ao lado da enxada do cabo-curto causou mais impacto nas actividades do campo, principalmente nas zonas rurais, uma vez que permitiu a introdução de ferramentas como o arado e a carroça e por isso agricultura 1.0 marcada pelo uso da tração animal. Portanto, a utilização da tração animal, assim como a introdução das duas ferramentas, o arado e a carroça como equipamento auxiliar da agricultura feita na base da enxada do cabo curto, permitiu ao camponês uma lavoura de relativamente de grandes áreas de cultivo. Este tipo de agricultura 1.0, foi encontrado e observado em quase todas as comunidades da Localidade de Macanda, posto Administrativo de Machubo, Distrito de Marracuene. Antes da criação da empresa Maragra no Distrito da Manhiça, todas as comunidades do Posto Administrativo de Calanga, que por sinal pertencem ao mesmo Distrito de Manhiça e todas aquelas do Posto Administrativo de Machubo, principalmente as comunidades da localidade Macanda, embora não pertençam ao Distrito da

Manhiça, eram anualmente assoladas pelas cheias e inundações, como acontece actualmente em todos os anos. A principal diferença que existe entre o “antes e o depois” da criação da empresa açucareira da Maragra.

O “antes” foi caracterizado por cheias e inundações, que, dadas extensão das terras ou campos das áreas de cultivo, não era possível a sua devastação completa, tanto para o Posto Administrativo de Calanga, quanto para o Posto administrativo de Machubo, especialmente na localidade de Macanda, que constitui objecto deste estudo. Este cenário permitia que os camponeses pudessem salvaguardar algumas culturas, exactamente nessas áreas que não foram afectadas pelos referidos eventos naturais resultantes das chuvas abundantes da época chuvosa. Esta situação, contribuía minimamente para que não houvesse o surgimento de bolsas de fome, uma vez, que as comunidades podiam reservar seus alimentos, incluindo sementes (estacas de mandioca, ramos de batata-doce, inhame, cana-de-açúcar, socas-de-bananeiras etc.), para toda a temporada que durassem as cheias e inundações. Portanto, as áreas que não eram abrangidas serviam não apenas para a reserva alimentar das Comunidades, mas também para a pastagem dos seus animais. O “depois” representa na opinião dos autores, o cenário mais crítico, pois com a criação da empresa açucareira da Maragra, (que é essencial para todas as comunidades dos dois Postos Administrativos de Calanga e Machubo, pois proporcionou a todas essas Comunidades empregabilidade) a extensão das terras ou campos aráveis reduziu drasticamente e, efectivamente já não sobra ou resta nenhuma área de cultivo para o feito de salvaguardar reservas alimentares das comunidades, em termos de comida e sementes ou dos animais, em termo de pastagens. É neste contexto, que as populações dos dois Administrativos (Calanga e Machubo) se veem numa grande aflição e afirmam que a empresa açucareira da Maragra, estragou a vida delas, pois lhes condicionou a bolsas de fome severa. Portanto, a possibilidade da empregabilidade que a empresa açucareira lhes proporciona, foi assim por dizer, por água abaixo ou se torna irrelevante para as populações destes dois postos administrativos. Porque, por um lado, a população se recente da fome, pois as áreas que antes da criação desta empresa sobravam para sua sobrevivência, incluindo pastagem para os seus animais, hoje não já restam. Por outro, afirmam unanimemente que a empresa não abrange toda a população, e esta situação é classificada pelas comunidades como uma situação lastimosa e danosa, principalmente para os jovens, que se esmeram em querer apoiar as famílias originárias, mas também em estabelecer as suas próprias famílias.

A questão se segue é o que efectivamente a empresa açucareira da Maragra está a falhar? Em opinião das Comunidades da Localidade de Macanda, Posto Administrativo de Machubo,

Distrito de Marracuene, a empresa açucareira da Maragra devia tomar para sua responsabilidade, no mínimo a limpeza das margens do Rio Incomati e todos os seus afluentes para que as águas resultantes das chuvas corresse com fluidez para o oceano indico, sem antes causarem prejuízos desastrosos das suas culturas nas diferentes áreas de cultivo. Infelizmente esta situação nunca aconteceu, desde a história da criação da empresa açucareira da Maragra e as comunidades afectadas clamam por responsabilidade social da empresa. A Comunidade foi unânime em afirmar, que podia empregar maior parte da população, limpar os afluentes, trazer electricidade e pavimentar as duas vias principais de acesso aos dois postos. Em opinião das Comunidades, a viabilização dos três últimos aspectos aqui elencados constituem uma mais valia não só para os dois Postos administrativos, mas também iria impulsionar o turismo na região, uma vez que tem lindas praias com água totalmente cristalinas. Portanto, os dois Postos Administrativos são assim por dizer a perola do indico, pelas suas águas cristalinas. E é neste contexto, queremos aqui frisar ou reiterar que a agricultura 1.0 caracteriza ainda hoje, o Posto Administrativo de Machubo, especificamente a Localidade de Macanda, que constitui o objecto a nossa área de estudo. No enquadramento teórico da temática informática aplicada a agricultura iremos fazer uma abordagem da agricultura de base 2.0, 3.0 e 4.0 para realmente mostrarmos o quanto a informática contribui para melhora as actividades do homem na agricultura e proporcionar maior rendimento e produtividade.

Metodologia

Em termos da trilha metodológica, trata-se de uma pesquisa experimental no campo de ensaio, constituída por duas amostragens de culturas (milho e feijão-manteiga) em dois campos de cultivo e aliada ao método bibliográfico. A pesquisa acontece na localidade de Macanda no posto administrativo de Machubo, distrito de Marracuene, província de Maputo. Os instrumentos para a recolha de dados foram essencialmente as entrevistas com questões semi-estruturada do tipo, o que você faz com seu celular, o que permitiu aferir informações valiosas no que tange a aplicação ou não de informática na agricultura. A avaliação deste instrumento, potenciou o método qualitativa. O processo de preparação dos dois campos, desde a lavoura, gradagem e sementeira ocorreu na base da agricultura 1.0 e a razão é bem simples, o foco da pesquisa não é a mudança do paradigma na preparação dos solos ou campos, mas sim a rentabilização das tecnologias no manejo das culturas, como forma entre outras, de aumentar a produtividade, detectar e manusear as variações das no campo produtivo.

Fundamentação teórica

É evidente que com o passar dos anos, a tração animal aliada a enxada do cabo-curto, foi gradualmente substituída pela força mecânica (motor à combustão), o que exigiu logicamente do homem, a invenção de novas máquinas agrícolas. Foi então, aí que o desenvolvimento dessas máquinas agrícolas teve o seu marco histórico, que passou a ser, portanto, o símbolo de uma nova Agricultura 2.0. É exactamente neste contexto, que nos referimos que a tração animal foi substituída pelo tractor, que se propagou e revolucionou a agricultura 1.0. O uso do tractor não só fomentou a extensão das áreas de cultivos, mas também reduziu a sobrecarga da força de trabalho, permitindo dessa forma o aumento da produtividade. Ao lado do tractor, foram acopladas outras ferramentas que revolucionaram a agricultura 2.0, pois permitiram não apenas a localização dos equipamentos agrícolas nos campos de cultivos, mas também as áreas infestadas por pragas, o permite tomar em tempo real as devidas medidas interventivas e estancar o problema de propagação de doenças.

Na sequência do acima exposto, abordamos a Agricultura 3.0, que veio ser caracterizada pelo uso do sistema de posicionamento global (GPS), cujo desidrato é essencialmente para detectar, manusear e monitorar as variações dentro de um mesmo espaço produtivo, ou seja, de acordo com a necessidade de cada local, passa a ser possível fazer entre outras, diferentes recomendações para adubação, irrigação. Portanto a agricultura 3.0, é marcada pelo uso do GPS e drones. O GPS na agricultura é um sistema que permite entre outras funções essenciais, monitorar desde os funcionários até máquinas e equipamentos agrícolas e também realizar medições de áreas para determinação de coordenadas dentro do campo de cultivo, armazenar dados, sempre com maior exatidão e eficiência. A questão que se segue é *o que é o GPS agrícola e como ele funciona?* Tal como mencionado acima, o GPS é a sigla de *Global Positioning System*, em inglês ou Sistema de Posicionamento Global, em português. Esse sistema fornece ao dispositivo-receptor em solo (celular, tablet, GPS-automotivo ou GPS-agrícola), sua posição geográfica e a hora certa no local ou região. Para funcionar bem, o dispositivo-receptor deve estar ao alcance de pelo menos três satélites para que os dados sejam fornecidos. Além disso, sua precisão aumenta mais se quatro ou mais satélites puderem ser acedidos em simultâneo (Veloso, 2004). A segunda questão que ainda possa ser colocada é como o GPS funciona para poder auxiliar na prática da agricultura? A reflexão sobre esta questão, leva-nos a referenciar de certa forma os principais elementos auxiliares do GPS. O primeiro elemento é *o planeamento agrícola*, que consiste no uso do GPS-Agrícola, que está relacionado com a maior capacidade de planeamento da actividade agrícola e a capacidade de utilização dos seus dados

relativos às características do solo e da lavoura, onde o agricultor tem a possibilidade de poder planificar a actividade agrícola de modo a obter os resultados almejados. O segundo elemento é o *rastreamento*, cuja função básica do GPS é mostrar a localização das pessoas ou equipamentos em qualquer lugar no espaço natural. Portanto, o primeiro benefício que esta tecnologia permite é o rastreamento de máquinas ou de funcionários. Através do GPS-agrícola é possível monitorar todos os funcionários, verificando se estão ou não realizando as suas tarefas correctamente. Portanto, ele permite também rastrear veículos e equipamentos, impossibilitando praticamente roubos ou furtos na organização ou no negócio e diminuindo desta forma o tempo de procurar as máquinas ou equipamentos agrícolas nas plantações. O terceiro elemento é a *precisão na amostragem do solo*, que consiste na utilização do GPS-Agrícola para que o agricultor possa colectar melhores os dados com grande precisão. Este facto permite ou torna possível determinar a variabilidade do solo e estudar se um determinado talhão é ou não, o mais recomendado para a plantação de uma determinada cultura. A quarta característica elementar é o *uso do GPS* em máquinas agrícolas, cujo benefício evidente é a possibilidade de elaborar mapas mais detalhados da lavoura, com base em amostras do solo geograficamente referenciadas e aliadas a outras informações relevantes, como por exemplo a identificação de locais que já registaram ocorrência de pragas. O uso de GPS permite logicamente, para além da localização dos funcionários, das máquinas ou equipamentos agrícolas, mas também reduzir a redundância da trajectoria das máquinas durante a lavoura, incluindo os processos de pulverizações aplicadas de forma específica (Veloso, 2004).

Hoje em dia, as máquinas agrícolas se tornaram sofisticadas e fizeram com que a agricultura alcançasse um novo patamar, a *agricultura digital ou 4.0*, que é entendida como um conjunto de tecnologias que auxiliam o agricultor ou produtor nas actividades de lavoura, gradagem e sementeira. Esta situação exige dos actores a inclusão dos diferentes dispositivos que colectam e analisam dados sobre todo o processo produtivo desde a lavoura ao armazenamento dos produtos, proporcionando a viabilização do processo da automação e conectividade, que fornece bases para a tomada de decisões estratégicas. Se partimos do pressuposto de que a digitalização dos processos agrícolas, inicia desde o plantio passando pela colheita até à comercialização mudou, então, a agricultura testemunha uma nova fase disruptiva (Neto; Pinto & Coelho, 2005). Portanto, as tecnologias digitais integradas e conectadas por meio de sistemas e equipamentos passam a fazer parte do quotidiano da vida do agricultor e são capazes de otimizar a produção agrícola, em toda a sua cadeia de valor. É neste contexto, que nasce assim, a Agricultura 4.0 e é a informática participando na evolução da agricultura.

A Agricultura Digital 4.0 incorpora a automação e a conectividade e são utilizadas máquinas, veículos autônomos, drones, robôs e animais com sensores. As informações recolhidas podem em geral colocadas na nuvem e formam uma valiosa base de dados que permite tomar decisão muito mais assertivas e conscientes. Esse tipo de Agricultura é conhecido como inteligente ou “*smart agriculture*”. A velocidade com que as mudanças ocorrem, hoje já se fala da Agricultura 5.0. Neste tipo, além da tecnologia avançada relacionada à automação e conectividade, leva-se em consideração a autonomia (robotização) na gestão dos processos, como por exemplo, o uso de piloto automático na operacionalização das máquinas, os drones na captação de informações-dados ou em processos de pulverizações das áreas cultivadas.

Em termos de benefícios da adoção da tecnologia na agricultura destaca-se a otimização da produção e do uso dos insumos; reduz os impactos negativos no meio ambiente (empobrecimento e assoreamento dos solos); aumenta a área da lavoura e conseqüentemente a produtividade; facilita a comunicação entre os actores envolvidos (produtores, operadores de máquinas, administradores, extensionistas agrónomos etc.). Portanto, com o uso de celulares, ferramentas de internet ou sistemas de monitoramento e de acessibilidade de informação diminuem os custos de acesso a serviços (por exemplo informação sobre seguro, crédito e mercado) e conseqüentemente reduz os riscos de perdas das culturas com eventos climáticos, pragas e desastres naturais. Estas condições não só ajudam a aumentar a renda do produtor, mas também incrementam a qualidade da produção agrícola (Neto, Pinto & Coelho, 2005).

A Natureza da Agricultura em Africa e em Moçambique

Em África, a agricultura constitui a base do desenvolvimento económico e dela depende a maior parte da população rural. O continente é rico em terras férteis aráveis, água e recursos humanos. Não se justifica que cerca de 250 milhões de africanos (um quarto da sua população) passem fome, num continente em que 70% da população se dedica à produção de alimentos (ONU, 1992). Esta mesma organização afirma que a agricultura fornece 24% do PIB, emprega 70% da mão-de-obra e providencia 40% dos rendimentos de exportação (ibidem, 1992). Há 50 anos atrás, África exportava entre outros produtos, cereais, açúcar, feijão, cacau, café, arroz, milho, fruta, castanha de caju, sisal, algodão, chá, copra. Hoje a África importa quase todos os produtos que anteriormente exportou (cereais, peixe, fruta, produtos lácteos, soja e carne). Razões externas como o *dumping*, a globalização, o proteccionismo, podem ter contribuído para desequilibrar a balança. Mas há também razões internas a observar, como por exemplo, a

ausência de uma visão estratégica, falta de infraestruturas, falta de políticas públicas de acesso aos recursos naturais (terra e água), tecnologias, mercados e crédito para investimento.

A agricultura em Moçambique, tal como na generalidade dos países da África Subsaariana, em Moçambique a agricultura continua a constituir o principal pilar da economia, contribuindo com mais de ¼ do seu PIB e empregando 80% da sua força de trabalho. A esmagadora maioria dos produtores são agricultores de subsistência (Nova & Rosário, 2022). Aliás, a Constituição da República de Moçambique, no seu artigo 103, postula que (i) “na República de Moçambique a agricultura é a base do desenvolvimento e (ii) o Estado garante e promove o desenvolvimento rural para a satisfação crescente e multiforme das necessidades do povo e o progresso económico e social do país”. Dai que afirmamos que, em Moçambique predomina uma agricultura de subsistência. Quase todos os pequenos agricultores em Moçambique dependem de lavoura manual e empregam a força muscular humana para executar todas as suas operações agrícolas. É como se o mundo ainda estivesse na agricultura 1.0! Os agricultores passam muitas semanas realizando actividades físicas cansativas que poderiam ser feitas em questão de dias ou menos tempo. Por exemplo, preparar um hectare de terra para semear usando mão e a enxada-de-cabo-curto requer de 23 a 31 dias por pessoa (até 1 mês de trabalho). Com a mecanização, essa mesma tarefa poderia ser realizada em cerca de 2 horas por hectare e é neste contexto, que o governo lidera e implementa por isso, uma iniciativa de mecanização agrícola, “o Programa Sustenta” no país. Nesse sentido, Nova & Rosario (2022), afirmam que em Moçambique, coexistem actualmente três principais modelos de desenvolvimento da agricultura com formas de actuação, lógica de funcionamento e objectivos diferenciados:

Um *primeiro* modelo baseou-se na concessão de grandes extensões de terra ao capital estrangeiro, normalmente associado a capital nacional, para o desenvolvimento de sistemas intensivos de produção, em alguns casos de monocultura. Foram criadas largas áreas de produção de culturas agrícolas para transformação industrial (por exemplo: cana-de-açúcar) ou de espécies florestais exóticas de crescimento rápido, como é o caso do eucalipto. Um *segundo* modelo, muito arraigado em algumas regiões do país e para algumas culturas agrícolas, assentou na concessão exclusiva de comercialização de determinado produto a uma determinada empresa, nacional ou estrangeira, que promove a produção de determinada cultura agro-industrial (por exemplo, tabaco ou algodão) em regime de agricultura contratualizada com produtores familiares. Este modelo é normalmente praticado junto de explorações de pequena e média dimensão e possui uma abrangência geográfica e sectorial delimitada. Por isso, produz

efeitos localizados na melhoria do padrão de vida da população. Finalmente, através de um *terceiro* modelo de política, o governo procura transformar o pequeno e médio produtor em empresário agrícola. A ideia central reside na tentativa de integrar um conjunto de produtores selecionados em cadeias de valor nacionais, através de apoios directos à mecanização e à introdução de inovações tecnológicas, de modo que estes realizem um *upgrade* das suas explorações e, por extensão, promovam a introdução de tecnologias nos pequenos produtores das zonas envolventes. É nesta última estratégia política que se baseia o propalado Programa Sustenta. Há também a registar, os casos da promoção da introdução de “novas culturas” junto dos pequenos produtores em zonas específicas e muito delimitadas. É o caso, por exemplo, da introdução da cultura do café nas zonas-tampão dos Parques da Gorongosa e de Chimanimani, ambas na zona centro do país. Apesar de todos estes esforços empreendidos, a pobreza continua a constituir o principal problema da maioria da população residente no meio rural em Moçambique e a agricultura, embora a caminho da mecanização, ela ainda é maioritariamente feita de enxada-de-cabo-curto. Experiências desta natureza podem muito bem serem replicadas nas comunidades das localidades de Macandza, posto administrativo de Machubo, distrito de Marracuene e de Calanga, distrito de Manhica, província de Maputo. Logicamente que a concretização da iniciativa depende não só do esforço do governo, mas também do apoio, aqui vincado da empresa açucareira da Maragra na limpeza constante dos afluentes do rio Incomati. Neste desidrato pode-se associar aplicação da informática em varias vertentes, como a utilização de pequenos sistemas de irrigação, identificação das áreas de infestadas por pragas e doenças e sistemas de alerta em caso de cheias, cujo objectivo se destina em salvar determinadas culturas para as posteriores campanhas agrícolas. Portanto, a questão da aplicação tecnológica da informática relaciona-se a biotecnologia.

O que é biotecnologia? Segundo a ONU, “biotecnologia significa qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica” (ONU, Convenção de Biodiversidade 1992, Art. 2). Portanto, a biotecnologia não é nada mais, que a ciência que, a partir da manipulação de organismos vivos, cria ou modifica produtos para melhorar a forma como vivemos, usando de conhecimentos científicos, experimentação e constante inovação. A palavra tem origem grega: “bio” significa vida, “tecno” remete a técnica e “logos” quer dizer “conhecimento”. Na verdade, a biotecnologia tem sido utilizada desde a antiguidade e suas técnicas se iniciaram por volta do ano 6.000 a.C. com fabricação de pão e cerveja a partir de microrganismos vivos. Posteriormente, a fermentação também começou a ser utilizada para a

fabricação de pão, queijo, vinagre e iogurte. Essa estratégia ficou conhecida como biotecnologia clássica. Hoje, com os conhecimentos da genética, microbiologia, química, fisiologia, biologia molecular, entre outras, desenvolvemos a biotecnologia moderna, cujas aplicações estão presentes em diversas situações do nosso dia-a-dia, permeando a medicina, agricultura, meio ambiente e indústria. Neste contexto, que a biotecnologia é considerada uma ciência multidisciplinar em constante evolução, e então, como saímos da Biotecnologia clássica à moderna.

O termo Biotecnologia Moderna é utilizado para se referir ao uso da biotecnologia nos dias actuais e está ligado às técnicas de manipulação do material genético e à fusão de células que vão além das barreiras de reprodução normal. A transição da clássica para a moderna teve início com as descobertas do Monge Gregor Mendel. O Monge cientista, foi o primeiro a demonstrar a recombinação da molécula do DNA (1866) durante a reprodução sexuada, por meio de seus experimentos envolvendo o cruzamento de gerações de ervilhas. Essa descoberta levantou a hipótese de que haveria transferência de características entre os organismos vivos, abrindo assim, o caminho para o desenvolvimento de microrganismos e plantas com características interessantes. Este facto histórico, constituiu na verdade um dos grandes principais marcos da Biotecnologia, que diante disso, intensificaram diversas pesquisas relacionadas aos genes, (Croplife Brasil, 2020). A biotecnologia possui diversos tipos e cada um deles tem sua aplicação específica e existem, actualmente, dez diferentes e são classificados por cores: *Biotecnologia Vermelha*: voltada para o desenvolvimento de tecnologias aplicadas à medicina, tanto humana quanto de outros animais, cujas áreas de aplicação abrangem o desenvolvimento de vacinas, medicamentos, terapias gênicas, reprodução artificial, próteses, equipamentos médicos, métodos de diagnóstico, entre outros. *Biotecnologia Branca*: é um ramo de aplicação em processos industriais, buscando maior sustentabilidade e eficiência na fabricação, por exemplo, a produção de biocombustíveis, cosméticos e alimentos. *Biotecnologia Verde*: aplicada em processos agrícolas, cujo objectivo é desenvolver tecnologias para combater pragas e aumentar a resistência das plantas às doenças e condições climáticas desfavoráveis, como a criação de plantas transgênicas. Além disso, permite desenvolver fertilizantes e agrotóxicos mais eficientes, reduzindo a quantidade utilizada por aplicação e o número de aplicações. *Biotecnologia Amarela*: voltada para alimentação e nutrição, dedica-se ao desenvolvimento de alimentos mais nutritivos e que reduzam o risco de alergias ou intolerâncias alimentares e constitui um dos tipos mais antigos de biotecnologia. *Biotecnologia Azul*: explora os recursos marinhos para obtenção de aplicações para outras

áreas, como agricultura, produção cosmética e farmacêutica, alimentação, biocombustíveis, entre outras. Além disso, proporciona oportunidades para implementação da tecnologia de preservação das espécies e dos ecossistemas marinhos. *Biotecnologia Cinza*: voltada para o desenvolvimento de soluções de preservação e recuperação do meio ambiente. *Biotecnologia Dourada*: envolve pesquisas de desenvolvimento de programas algorítmicos e de equipamentos para análise de dados biológicos, focando em bioinformática e nanotecnologia. *Biotecnologia Roxa*: dedica-se às discussões éticas, morais e de regulação da propriedade intelectual para o desenvolvimento de novas aplicações biotecnológicas, cuja sua importância tem crescido devido às questões éticas envolvidas na utilização de organismos ou tecidos vivos humanos. *Biotecnologia Laranja*: responsável por desenvolvimento dos materiais educacionais estratégicos para disseminar os resultados da Biotecnologia para o maior número possível de pessoas. *Biotecnologia Castanha*: investiga sobre as possibilidades de tornar os solos inóspitos, como desertos, produtivos e uma das suas aplicações é o desenvolvimento de plantas tolerantes a seca, para além de técnicas de agricultura em solos áridos. *Biotecnologia Preta*: foca a sua investigação a manipulação de organismos para atacar a saúde humana, ou seja, os chamados bioterrorismo e armas biológicas.

Portanto, na agricultura a biotecnologia acelerou o melhoramento genético de culturas contribuindo dessa forma, para que a agricultura aconteça, principalmente, por meio de adoção de plantas que recebem ou perdem genes modificados usando técnicas moleculares muito precisas. Graças à utilização da biotecnologia na agricultura, que o melhoramento genético pode ocorrer sem a necessidade de transmissão de características de apenas entre plantas da mesma espécie. Esta técnica está presente nas lavouras no mundo inteiro há quase 30 anos, onde as plantas GM¹ aumentaram a sua produção nos campos. Facto que acontece, porque a maioria das modificações feitas até hoje, tornam as plantas resistentes a determinadas pragas e/ou tolerantes a seca ou a diferentes herbicidas. A questão interessante que possa aqui ser colocada é, como a biotecnologia influencia na agricultura em Moçambique?

A Biotecnologia na Agricultura em Moçambique

A maioria dos sistemas de produção em Moçambique e principalmente os, dos pequenos agricultores são caracterizados por um baixo nível de uso de insumos melhorados. Grande parte da semente usada pelos camponeses é o grão guardado da colheita anterior e uma das

¹ GM – Geneticamente modificadas. Os principais alimentos modificados são o milho, a soja e o trigo.

consequências desta situação, é que nas últimas quatro décadas Moçambique não conseguiu melhorar a média nacional de produção do milho, onde a farinha de milho é uma das bases da dieta alimentar da maior parte da população, sobretudo nas zonas rurais e, com as mudanças climáticas e ataque das culturas por pragas e doenças, o país regista uma redução drástica da produção de milho por hectare. O país tem consciência disso, por isso, promove e incentiva pesquisas sobre edição genômica, no sentido de reverter este cenário ou situação, uma vez que os resultados dessas pesquisas, mostram que uma das soluções encontradas e adotadas é o uso da semente geneticamente modificada. Segundo o IIAM (2023) na voz da sua directora, a semente geneticamente modificada "é uma tecnologia que nos pode dar respostas para a melhoria da produtividade do milho, e da produção do algodão, da mandioca, entre outras culturas. O que nós queremos fazer de facto é reduzir o índice da fome", e porque esta região da África Austral, onde Moçambique se situa, continua a ser assolada por calamidades naturais devido a seca extrema provocada pelo fenómeno El-Niño², e finalmente esta mesma pesquisa decorre também na África do Sul, no Quênia e na Nigéria. A ideia é resolver dois problemas presentes: produzir mais em pequenas áreas e maximizar a produtividade e fazer face à estiagem e seca que é cada vez mais frequente em Moçambique, (IIAM, 2023).

Informática aplicados à Agricultura

As organizações evoluíram desde o artesanato até as grandes corporações actuais, passando pela revolução industrial e segunda guerra mundial. Essa evolução trouxe mudanças expressivas na forma de administração, especialmente pelo surgimento do computador. As organizações viram-se obrigadas a captar as crescentes mudanças no ambiente e a substituir o empirismo e improvisação por uma administração baseada na tomada de decisão a partir da análise de dados, que foram facilitadas pelo desenvolvimento de sistemas de informação. Vale recordar que o conceito de Sistemas de Informação foi criado com base no estudo da teoria dos sistemas, onde um sistema é um conjunto de partes interconectadas, de modo que a transformação de cada uma destas partes influencie todas as demais. O termo "sistema" origina-se do grego, que significa "combinar", "ajustar", "formar um conjunto" (Sordi; Meireles, 2010). Para caracterizar um sistema, o objecto em estudo deve possuir os seguintes elementos interconectados: entrada, processamento, saída e feedback (realimentação). Cada parte de um

² El Niño é um fenómeno climático natural e recorrente, que envolve o aquecimento da superfície do mar em partes do Oceano Pacífico. Tem impacto no clima global, incluindo chuvas abaixo da média na África Austral.

sistema possui estes elementos e sua forma de execução. Dentro de um sistema pode haver outros sistemas, denominados de subsistemas (Oliveira, 2005). Portanto, a entrada é responsável por capturar os dados brutos do ambiente. O processamento transforma tais dados em um significado. Já a saída transfere o significado para o ambiente externo. O feedback é o significado que retorna ao sistema para aprimoramento do mesmo (Laudon; Laudon, 2010)

Assim, Sistema de Informação, sigla S.I., é um conjunto de componentes inter-relacionados (pessoas, hardware, software, redes de comunicações e recursos de dados) que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização. Existe um componente essencial que torna o sistema mais útil, o feedback, que quando integrado oferece resultados do desempenho desse sistema podendo ser aplicadas medidas para melhorá-lo. Para além de serem úteis para a tomada de decisão, coordenação e controle, os sistemas de informação podem ainda auxiliar os gestores e demais recursos humanos das organizações na análise de problemas, na visualização de questões complexas e na criação de novos produtos e serviços.

Assim, os Sistemas de Informação funcionam como um subsistema de uma organização, que possibilitam o armazenamento e processamento de uma enorme quantidade de informação, emitindo simultaneamente uma acessibilidade praticamente imediata à informação relevante (Oliveira 2005). Exactamente neste ponto queremos mais uma vez, evidenciar a relevância da aplicabilidade da informática na agricultura, pois acreditamos que comunidades da localidade de Macandza no Posto Administrativo de Machubo, Distrito de Marracuene, assim como da localidade de Calanga no distrito da Manhiça, podem se beneficiar destes novos produtos e serviços, melhorando a sua vida de Ser e Estar no seu quotidiano.

Na agricultura, a utilização e até mesmo a existência de modelos de sistemas de informação que permitam a gestão do negócio ainda são incipientes em África, especificamente em Moçambique, ao contrário da indústria e prestação de serviços. Isso porque a actividade agrícola em África e em Moçambique em particular, ainda está fortemente orientada à subsistência dos indivíduos. Porém, a existência de um sistema de informação voltado à agricultura, que permita ao agricultor a tomada de decisões com base em factos e dados, mesmo dentro de um ambiente de alta complexidade, com inúmeras variáveis relacionadas que afectam o desempenho da organização, permitiria ao sistema produtivo a obtenção de melhores resultados. Mais recentemente, observa-se que variedade de aplicativos estão sendo utilizados para monitorar plantações remotamente, via celular, smartphone, computadores ou tablets. Além disso, sensores espalhados pelos campos e conectados à internet são capazes de gerar um

grande volume de dados que podem ser analisados e utilizados para melhorar os processos agrícolas. O mais recente salto tecnológico do sector agrícola foi a introdução de **drones** em diversos processos e o uso destas pequenas aeronaves não tripuladas permite monitoramento aéreo em tempo real dos processos de colheita e sensoriamento remoto mais acessível quando comparado ao realizado por satélites (Laudon & Laudon, 2004). Neste contexto, fica evidentemente aqui claro que um dos desafios para adoção da tecnologia na Agricultura é preciso ter conhecimento para que o uso da tecnologia (informática ou não) na agricultura cause impactos relevantes na quantidade e qualidade nutricional do alimento produzido. O aumento da população global e a consequente pressão por mais comida tornam esse desafio urgente, pois pressupõe que da pré-primária à pós-produção, as ferramentas tecnológicas podem contribuir para que se produza mais no mesmo espaço de terra. Essas tecnologias também abrem caminho de oportunidade para combatermos desperdícios de água, e fertilizantes defensivos. Portanto, existem tecnologias específicas para cada momento, desde o melhoramento genético para a produção de sementes até a comunicação com os consumidores finais.

Três elementos são fundamentais na cadeia de produção agrícola, (i) pré-produção (edição genómica das sementes), (ii) produção propriamente dita (plantação e colheita) e (iii) pós-produção (distribuição, processamento e consumo). *O primeiro elemento, Pré-produção* é a etapa referente aos processos realizados antes do plantio no campo, a exemplo do desenvolvimento de sementes e nesse caso, não há necessidade da participação do agricultor, mas sim de pesquisadores. Caso o produtor opte por uma semente transgênica, ele já estará utilizando tecnologia porque esse tipo de semente demanda muito conhecimento para ser desenvolvida e trata-se, portanto, de técnicas de engenharia genética que permitem que a semente adquira características específicas, como resistência a pragas e tolerância a herbicidas. *O segundo elemento, Produção*, ocorre já no campo, onde a tecnologia pode ser empregue nas fases de plantio e colheita e é exactamente nesta fase, em que há maior envolvimento e participação de diferentes recursos humanos (agrônomos, agricultores e responsáveis pela operação dos drones). Portanto, nessa etapa, podem ser utilizadas outras tecnologias, como Sistema de Informação Geográfica (SIG) para automação das etapas de plantações e colheita; Drones para mapeamento da área para a identificação de pragas; maquinarias com piloto automático; Colhedoras com dispositivos inteligentes; Sensoriamento remoto; entre diversos outros. *O terceiro elemento, Pós-produção* é a fase em que dados coletados pelos drones e outros sensores são enviados a um dispositivo electrónico equipado com um Software específico de leitura dessas informações. Portanto, o processo depois da colheita, do

processamento, da distribuição, e do consumo pode ser analisado para orientação da logística e monitoramento de mercado (marketing agrícola).

As razões do marketing residem no simples facto, de que o empresário agrícola do século XXI, o seu negócio não termina à porta da exploração, mas sim no consumidor final dos seus produtos. A Internet, enquanto ferramenta de marketing, possui um potencial intrínseco inquestionável para a realização do denominado marketing directo de produtos agrícolas, pois ela ajuda a satisfazer as necessidades dos consumidores. À medida que o marketing directo evolui, os intervenientes agrícolas procuram novas formas de se adaptarem às novas preferências e desejos dos consumidores. Por isso, os consumidores procuram cada vez mais a conveniência do comércio electrónico e veem a Internet como uma ferramenta com a qual se pode procurar informação sobre venda de produtos ou comparar preços destes. É verdade que no nosso caso, a maioria das pessoas na área agrícola que recorrem ao comércio electrónico hoje, compram produtos não alimentares tais como insumos, herbicidas, peças de equipamento agrícolas, etc. No entanto, o comércio electrónico aumenta potencialmente a diversidade das compras realizadas porque é uma forma simples de um consumidor comprar um produto não produzido na sua região de origem. Este cenário, permite por exemplo, que um turista estrangeiro pode, por exemplo, querer comprar uma garrafa de piri-piri de Nhacoongo, produzido na província de Inhambane, que provou quando esteve de férias em Moçambique. Se o que o consumidor percebe como um produto “autêntico” e de “qualidade” não está disponível no supermercado local, a Internet fornece o suporte para comprar directamente ao produtor. Porém, é preciso referir e frisar que os géneros alimentícios originários de exploração agrícola pelas suas características específicas podem colocar desafios específicos para a sua comercialização pela Internet. O marketing agrícola deve ter em conta isso no momento da decisão, pois ele consiste em o produtor agrícola manter um sites-Web individual para expor e vender os seus produtos. A forma como os produtores vão utilizar a internet, depender dos tipos de produtos que querem comercializar, pois os produtores que comercializem produtos, como por exemplo, fruta e hortícolas, podem considerar não ser possível comercializar os seus produtos através deste meio (Lapponi, 2004).

A outra área que representa a aplicação da informática na agricultura é o Sensoriamento Remoto (SR), uma tecnologia que tem grande potencial ao ser aplicada no sector agrícola, uma vez que, permite a utilização de sensores para coletar informações do alvo sem que haja um contacto físico com ele. Os sensores permitem obter diversas informações a longas distâncias, como por exemplo a estimativa de toda extensão da área plantada para poder controlar e

acompanhar o crescimento das culturas, ou fazer o levantamento do número de plantas em determinada área, utilizando as imagens como base e aplicando algoritmos capazes de conhecer a quantidade de plantas existentes, detectar áreas de menor densidade e otimizar a plantação. O aspecto de saúde das culturas é geralmente obtido pela observação de diferentes colorações das mesmas e perceber aquelas que não estão desenvolvendo como deveriam e as que carecem de água e determinados nutrientes. O monitoramento da saúde das culturas, através da coloração permite a detenção de pragas na área em delimitação ou locais com baixa produção e gargalos no processo produtivo, evitando quedas significativas na produção. O funcionamento do Sensoriamento remoto na agricultura permite, por exemplo, analisar o Índice de Diferença de Vegetação Normalizada (NDVI) das culturas ou superfície do solo. É uma tecnologia aplicada que está relacionada a Softwares que apresentam algoritmos específicos ou sistemas integrados que analisam informações para a possível identificação de regiões por exemplo, com problema de infestações por pragas, perda de biomassa por estresse hídrico. Portanto, as tecnologias informáticas têm contribuído de forma impactante para as diversas áreas de conhecimento, permitindo o armazenamento e o processamento de grandes volumes de dados, mas também automatização de processos produtivos na agricultura. As actuais pesquisas e inovações mais recentes em informática mostram como já referenciamos anteriormente, que é possível gerar dados sobre a produção e sobre os aspectos climatológicos ambientais, a partir de um conjunto de aplicações específicas para agricultura (irrigação automação e rede de sensores locais para mapeamento de solos, monitoramento de doenças) utilizando ferramentas como sistemas de informação geográfica (SIG), empregue no campo. Entretanto, a adopção e utilização de tecnologias informáticas cada vez mais criativas, tem vindo a dar origem a novos e interessantes modelos de negócio no sector agrário.

Resultados parciais

A análise das amostras das duas culturas colectadas em dois campos cultivos, revelaram como resultados a suas variações de crescimento. As duas culturas cultivadas com técnicas diferentes mostraram características distintas, apresentando níveis ideais e acima do ideal. Concluiu-se que uma das técnicas de cultivo de subsistência com enxada-de-cabo-curto, apresenta dificuldade de maneo e de obtenção de informação, por exemplo sobre a deficiência de nutrientes nos solos. Este dado constitui o principal indicador a considerar na estratégia de opção da técnica de cultivo do milho e de feijão-manteiga. A localidade de Macandza, posto administrativo de Machubo, distrito de Marracuene, clama por uma agricultura digitalizada,

uma vez, que anualmente é assolada por cheias, inundações, estiagem e fenómeno El-Niño³. A população desta localidade julga que o acesso a informação seria fundamental nos ciclos produtivos para se precaverem de perdas de culturas diversas. Segundo a população envolvida na pesquisa, foi unânime em afirmar que na agricultura, a utilização e até mesmo a existência de modelos de sistemas de informação que permitam a gestão do negócio agrário ainda é incipiente em Macandza, ao contrário da prestação de serviços. Uma das razões aqui evocadas, é pelo simples facto, de que a actividade agrícola em Moçambique, especialmente em Macandza ainda está fortemente orientada à subsistência dos indivíduos. Porém, em nossa opinião, a existência de um sistema de informação voltado à agricultura, que permita ao agricultor a tomada de decisões com base em factos e dados, mesmo dentro de um ambiente de complexidade, com inúmeras variáveis relacionadas, que afectam o desempenho do sector, permitiria ao processo produtivo a obtenção de melhores resultados. Recentemente, aplicativos estão sendo utilizados para monitorar áreas de plantações remotamente e além disso, sensores espalhados pelos campos e conectados à internet são capazes de gerar um grande volume de dados que podem ser analisados e utilizados para melhorar os processos produtivos. Em nossa opinião, o mais recente salto tecnológico do sector agrário foi a introdução de *drones* em diversos processos (mapeamento, identificação de áreas infestadas ou estressadas ou de menor desempenho produtivo). O uso destas pequenas aeronaves não tripuladas permite também monitoramento aéreo em tempo real dos processos de colheita.

Considerações finais

Como se pode perceber, o homem faz uso da biotecnologia há milhares de anos e o exemplo disso, foi a domesticação de plantas selvagens, como a banana, e o uso de microrganismos na confecção de pão e bebidas. O desenvolvimento da biotecnologia, com o apoio da Microbiologia, Biologia Molecular, Genética, Engenharia e Informática, entre outras áreas, tornou-se entre outros, importante para prevenir doenças, reduzindo a gravidade e a fatalidade; diagnosticar doenças precocemente e salvar vidas; diminuir custos, simplificar e acelerar a produção e produtividade; criar culturas e insumos com características desejáveis para aumentar o rendimento agrícola. Vale destacar que esses exemplos estão relacionados com

³ El Niño é um fenómeno climático natural e recorrente, que envolve o aquecimento da superfície do mar em partes do Oceano Pacífico. Tem impacto no clima global, incluindo chuvas abaixo da média na África Austral.

as áreas de maior desenvolvimento da Biotecnologia, mas a sua importância não se restringe apenas isso. Quem opta pelo estudo da biotecnologia poderá actuar em uma área inovadora por natureza, cujo *background* foca no desenvolvimento de pesquisas em áreas como biologia molecular, bioinformática, engenharia bioquímica, engenharia genética, química industrial, entre outras. Estes aspectos mostram o quão urge Moçambique dar o passo difícil de sair da agricultura 1.0 para 4.0, uma vez que é a base do desenvolvimento do país para tornar possível a sua sustentabilidade.

Bibliografia

ALBERTIN, ALBERTO LUIZ. Aspectos e contribuições do uso de T.I. São Paulo. Atlas, 2006.

CORNACHIONE JUNIOR, EDGARD B. Informática Aplicada às áreas de contabilidade, administração e economia – Livro Texto. 3ª ed. São Paulo. Atlas, 2001.

CASTRUCCI, PLÍNIO DE LAURO. Modelos Computacionais Gestão. São Paulo. Macole, 2004.

CROPLIFE, BRASIL. A Biotecnologia e o desenvolvimento da humanidade, 2020.

LAPPONI, JUAN CARLOS. Modelagem Financeira com Excel. São Paulo. Campus, 2004.

LAUDON, K.; LAUDON, J. Sistemas de informação gerenciais. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MEIRELLES, FERNANDO DE SOUZA. Informática 2º ed, São Paulo. Makron Books, 1994.

NETO, Miguel de Castro; PINTO, Pedro Aguiar; COELHO, José Paulo Pimentel. Tecnologias de Informação e Comunicação e a Agricultura. © SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação. Porto“ 2005” 1.ª edição.

OLIVEIRA, D. P. R. Sistemas de informações gerenciais: estratégias, táticas e operacionais. São Paulo: Atlas, 2005

SORDI, J. O.; Meireles, M. Administração de sistemas de informação: uma abordagem interativa. São Paulo: Saraiva, 2010

VELLOSO, Fernando de Castro. Informática: Conceitos Básicos. São Paulo. Campus, 2004.

JORGE, A. A.: Impacto do fundo de investimento local na adoção de tecnologias agrárias: caso do distrito de boane (2006-2011), 2013.

Recebido em: 30/09/2024.

Publicado em: 01/01/2025.

Autoria:

Brígida D´Oliveira Singo

Doutorada (2007) em Educação e Ciências pela Universidade Técnica de Dresden (TUD); Vice-Reitora Académica da Universidade Licungo (UL), Moçambique.

E-mail: bisingo@mail.com Moçambique.

ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0006-0456-6177..>

País: Moçambique

Felisberto Singo

Doutorado (2007) em Informatica Educacionaal pela Universidade Técnica de Dresden (TUD); Docente-Pesquisador na Universidade Licungo (UL), Moçambique.

E-mail: fsingo@mail.com Moçambique.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000.>

País: Moçambique