

DRONES NO HORIZONTE

TRANSFORMANDO A AGRICULTURA EM ÁFRICA



Sobre a UA e a NEPAD

A União Africana (UA)

A União Africana (UA) é uma união continental que inclui todos os 55 países do continente africano. Foi estabelecida a 26 de maio de 2001 em Adis Abeba, Etiópia, e lançada a 9 de julho de 2002 na África do Sul, com o objetivo de substituir a Organização da Unidade Africana (OUA). As decisões mais importantes da UA são tomadas pela Assembleia da União Africana, uma reunião semestral dos chefes de estado e governo dos seus estados membros. O secretariado da UA, a Comissão da União Africana, está localizado em Adis Abeba.

A UA foi criada na sequência da Declaração de Sirte de 9 de setembro de 1999 dos Chefes de Estado e de Governo da Organização da Unidade Africana (OUA). A UA baseia-se numa visão comum de uma África unida e forte e na necessidade de construir uma parceria entre os governos e todos os segmentos da sociedade civil, em particular, as mulheres, os jovens e o sector privado, a fim de reforçar a solidariedade e a coesão entre os povos de África. Como uma organização continental, concentra-se na promoção da paz, segurança e estabilidade. O trabalho de desenvolvimento da UA é guiado pela Agenda 2063 da UA, que é um plano a 50 anos para aproveitar a vantagem comparativa de África para concretizar a visão de “A África que nós Queremos”.



A Nova Parceria para o Desenvolvimento de África (NEPAD)

Criada pela União Africana, a Nova Parceria para o Desenvolvimento de África (NEPAD) é uma plataforma estratégica para o desenvolvimento socioeconómico pan-africano. A NEPAD é liderada por líderes africanos para enfrentar os desafios críticos que o continente enfrenta, incluindo a pobreza, o desenvolvimento e a marginalização internacional de África. A NEPAD oferece oportunidades únicas para os países africanos assumirem o controlo total das suas agendas de desenvolvimento, trabalharem mais estreitamente e cooperarem de forma mais eficaz com os parceiros internacionais.

A NEPAD é coordenada e facilitada pela Agência de Planeamento e Coordenação da NEPAD (Agência da NEPAD) que foi estabelecida em fevereiro de 2010 como um resultado da integração da NEPAD nas estruturas e processos da UA. A Agência da NEPAD gere vários programas e projetos em quatro portfólios de investimento, nomeadamente a Gestão dos Recursos Naturais; Desenvolvimento de Jovens e Competências; Integração Regional, Infraestruturas e Comércio; e Industrialização, Ciência, Tecnologia e Inovação.

Membros do painel africano de alto nível sobre tecnologias emergentes

Co-presidentes

Calestoso Juma, Escola de Governo John F. Kennedy, Universidade de Harvard, EUA (falecido)

Yaye Kène Gassama, Universidade Cheikh Anta Diop de Dakar, Senegal

Membros do painel

Abdallah Daar, Universidade de Toronto, Canadá

Berhanu M. Abegaz, Academia Africana de Ciências, Etiópia

Francine Ntoumi, Fundação Congoleza para a Investigação Médica, Congo-Brazzaville

Karim Maredia, Universidade Estadual de Michigan (MSU), East Lansing, Michigan, EUA

Oye Ibidapo-Obe, Universidade Federal Ndufu Alike, Ikwo (FUNAI), Nigéria

Rachel Chikwamba, Conselho de Pesquisa Científica e Industrial (CSIR), África do Sul

Roseanne Diab, Academia de Ciências da África do Sul (ASSAf), África do Sul

Shireen Assem, Instituto de Pesquisa em Engenharia Genética e Biotecnologia Agrícola (AGERI), Egito

Secretariado

Aggrey Ambali (Coordenador) - Agência NEPAD

Diran Makinde - Agência NEPAD

Towela Nyirenda-Jere - Agência NEPAD

Jeremy Ouedraogo - Agência NEPAD

Justina Dugbazah Agência NEPAD

Hudu Mogtari - Agência NEPAD

Margaret Mahlomuza - Agência NEPAD

Barbara Glover - Agência NEPAD

Mahama Ouedraogo - Comissão da União Africana

Monica Idinoba - Comissão da União Africana

Hambani Masheleni - Comissão da União Africana

Kate Bauer - Universidade de Harvard

Pesquisa

Frederick Mbuya (Uhurulabs), **Giacomo Rambaldi** (Centro Técnico de Cooperação Agrícola e Rural ACP-UE), **Hamza Rkha Chaham** (AIRINOV), **Kassahun Takele Maru** (Universidade de Haramaya), **Ademola Omojola** (Universidade de Lagos), **Paxie Chirwa** (Universidade da África do Sul), **Diran Makinde** (Agência NEPAD), **Chris Leaver** (Universidade de Oxford), **Towela Nyirenda-Jere** (Agência NEPAD), **Aggrey Ambali** (Agência NEPAD), **Walter Alhassan** (Biotecnologia e Administração para a Agricultura Sustentável na África Ocidental).

Agradecimentos

Agradecemos aos diversos especialistas, identificados pelo painel de alto nível, que contribuíram e comentaram versões anteriores deste relatório.

A Agência da NEPAD reconhece o apoio do **Centro Técnico de Cooperação Agrícola e Rural (CTA)**, **Alfa Sementeira Produção e Comercialização de Sementes Limitada** e **Eco Biológica Limitada** na edição e tradução do relatório Drones do inglês para o português.

Tabela de conteúdo

Sobre a UA e a NEPAD	i
A União Africana (UA).....	i
A Nova Parceria para o Desenvolvimento de África (NEPAD).....	i
Membros do painel africano de alto nível sobre tecnologias emergentes	ii
Co-presidentes.....	ii
Membros do painel.....	ii
Secretariado.....	ii
Pesquisa.....	ii
Agradecimentos.....	ii
Figuras	v
Tabelas	v
Acrónimos	vi
Resumo executivo	1
1. Introdução	4
2. Uma análise crítica de drones na agricultura de precisão	6
2.1 Tipos de Drone.....	6
2.1.1 UAVs multi-rotor.....	7
2.1.2 UAVs de asa fixa.....	8
2.1.3 Decolagem e aterragem vertical (VTOL).....	8
2.2 Aplicações civis emergentes de drones.....	8
2.2.1 Monitorização e mapeamento de terras.....	8
2.2.2 Posse da terra e planeamento do uso da terra.....	9
2.2.3 Entrega de Carga.....	9
2.2.4 Gestão de ativos agrícolas.....	9
2.2.5 Investigação científica.....	10
2.2.6 Avaliações de seguro e danos.....	10
2.3 Tecnologias complementares.....	11
2.4 Maturidade / prontidão para implementação.....	13
2.4.1 Procura do mercado.....	13
2.4.2 Estatuto da regulamentação e infraestrutura.....	13

3.	Implementação de Drones em África	14
3.1	Implementação a nível nacional	14
3.1.1	Planeamento do uso da terra e posse de terras	14
3.1.2	Agricultura de pequena escala e agronegócio	14
3.1.3	Ajuda humanitária e de emergência	15
3.1.4	Vigilância e monitorização	15
3.1.5	Monitorização e proteção da fauna selvagem	15
3.1.6	Entrega de carga	16
3.2	Implementação em nível regional	16
4.	Políticas públicas e sistemas regulatórios	17
4.1	Governança	17
4.2	Políticas e regulamentações	18
5.	Desafios e soluções futuras	20
5.1	Tecnologia	20
5.2	Económico	21
5.3	Legal e regulamentação	22
5.4	Social	24
6.	Oportunidades para o avanço rápido	27
6.1	Parcerias público-privadas	27
6.2	Investigação e desenvolvimento	27
6.3	Capacitação e o surgimento de novas empresas	27
6.4	Propriedade intelectual	28
6.5	Maior interesse demonstrado pelas agências de desenvolvimento	28
6.6	Redução de custos de tecnologia	28
6.7	Forte procura por informações úteis em tempo útil	29
6.8	Ampla acessibilidade à qualidade gratuita imagens de satélite	29
6.9	Monitorização e vigilância dos recursos naturais	29
6.10	Soluções fáceis de implementar para alcançar áreas de difícil acesso	29
7.	Conclusão	30
8.	Recomendações	31
9.	Bibliografia	33

Figuras

Figura 1: Exemplos de UAVs multi-rotor	7
Figura 2: Exemplos de UAV de asa fixa	8
Figura 3: Exemplos de UAVs VTOL	8
Figura 4: Arquitetura para regulamentação de UASs	18
Figura 5: Estado dos regulamentos dos UAV na África	19

Tabelas

Tabela 1: Classificação de drones por tamanho e peso	6
---	---

Acrónimos

CE	Comissão Europeia
CER	Comunidades Económicas Regionais
CIP	Crop Intensification Program (<i>Programa de Intensificação de Culturas</i>)
CPA	Conventionally piloted aircraft (<i>Aeronaves Pilotadas Convencionalmente</i>)
CTA	Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation ACP-EU
EAC	East African Community
EASA	Agência Europeia para a Segurança Aérea
FAO	Food and Agricultural Organization of the United Nations
FSD	Swiss Foundation for Mine Action (<i>Fundação Suíça para Ação Contra Minas</i>)
GIS	Geographical information system
GNSS	Global Navigation Satellite System (<i>Sistema de Navegação Global</i>)
GPS	Global Positioning System (<i>Sistema de GNSS Americano</i>)
IAEA	International Atomic Energy Agency (<i>Agência Internacional de Energia Atómica</i>)
ICAO	International Civil Aviation Organization (<i>Organização Internacional de Aviação Civil</i>)
ICT	Information and Communication Technology
IP	Intellectual property (<i>Propriedade Intelectual</i>)
LAI	Leaf Area Index (<i>Índice de Área Foliar</i>)
NCAA	National Civil Aviation Authority (<i>Autoridade Nacional de Aviação Civil</i>)
NDVI	Normalised Difference Vegetation Index (<i>Índice de Vegetação Diferenciado Normalizado</i>)

NEPAD	New Partnership for Africa's Development
ODSs	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PPP	Public-private partnership
PRI	Photochemical Reflectance Index (<i>índice de Reflectância Fotoquímica</i>)
PwC	PricewaterhouseCoopers
R&D	Research and development
ROME0	Remotely Operated Mosquito Emission Operation
RPAS	Remotely piloted aircraft system (<i>Sistemas de Aeronaves Pilotadas Remotamente</i>)
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
STISA	Iniciativa Científica e Tecnológica. Estratégia para a África (acrónimo inglês)
SDGs	Sustainable Development Goals (ODSs em português)
UA	União Africana
UAS	Unmanned Aerial system
UAV	Unmanned Aerial vehicle
UE	União Europeia
UNICEF	United Nations Children's Fund
USAID	United States Agency for International Development
VTOL	Vertical take-off and landing
WFP	World Food Programme (<i>Programa Alimentar Mundial das Nações Unidas</i>)

Resumo executivo

Este relatório fornece uma revisão contextualizada sobre drones, como uma tecnologia vital para agricultura de precisão, e a sua variedade de usos relevantes para fornecer dados detalhados, sob demanda, a fim de melhorar a tomada de decisões por parte dos agricultores, facilitando assim o tão necessário apoio.

Drones para agricultura de precisão é um conceito de gestão agrícola, baseado em medições e em respostas à variabilidade interna e externa entre terrenos na produção agrícola e animal. Não é apenas a aplicação de novas tecnologias, mas sim uma revolução na informação que pode resultar num sistema de gestão agrícola mais preciso e eficaz. Os drones, descritos como Veículos Aéreos Não Tripulados (UAVs) ou Sistemas Aéreos Não Tripulados (UAS) quando incluem os sensores, o software e outros acessórios, têm muitas aplicações. Estas incluem, mas não se limitam a mapeamento e levantamento topográfico, ordenamento fundiário e ordenamento territorial, monitorização, inspeção e vigilância, entrega de carga, pesquisa científica, gestão de ativos e seguros agrícolas e avaliação de danos em culturas ou infraestruturas.

Na agricultura, existem várias aplicações importantes da tecnologia UAS, a saber: seleção / monitorização de colheitas, avaliações de volume e vigor de culturas, inventário de culturas (ou contagem de plantas individuais), geração de mapas de prescrição (como recomendações de dosagem de fertilizantes nitrogenados específicos ao local), pulverização de precisão, inspeção de infraestruturas agrícola (incluindo irrigação), mapeamento de alta resolução e levantamento de campos individuais (tais como delineamentos de limites agrícolas e cálculos de área de cultivo), avaliação de danos de culturas e perícias para reivindicação de seguros. Os drones equipados com sensores adequados têm a capacidade de gerar dados de monitorização remota quase em tempo real no campo, quando comparado com a demora na aquisição de dados e imagens baseadas em satélites e aeronaves.

Em comparação com os satélites, os drones podem voar e capturar imagens de muito alta resolução sob a cobertura de nuvens e em intervalos de tempo desejados. São estas características que facilitam e aumentam a aquisição de dados e imagens, e que potenciam uma melhoria na maneira como os produtores respondem às intervenções necessárias de criação de culturas. No entanto, os drones equipados com sensores adquirem dados, não informações, e os usuários - especialmente os produtores - querem informações que possam interpretar e utilizar, não dados. Portanto, quaisquer dados capturados por drones precisam ser convertidos em informações acionáveis para os agricultores.

A implantação da tecnologia de drones em África tem seus próprios desafios, que podem ser classificados em quatro grandes categorias, nomeadamente: tecnológicas; económicas; sociais; e jurídicas e regulatórias. Incluindo capacidade, confiabilidade e autonomia da bateria; baterias comerciais para pequenos UAVs permitem um voo de 24 a 40 minutos, totalmente carregado, antes que a substituição ou recarga da bateria seja necessária. A dependência dos UAV nas comunicações com um operador terrestre, para controlo, torna-os vulneráveis a perda de sinal devido a interferência, a voar fora de alcance, ou a sequestro ("hacking"). Embora a procura e a oferta de serviços de UAS estejam a aumentar exponencialmente onde as lavouras são focadas em monoculturas e em grandes propriedades, a adoção da tecnologia UAV no âmbito de sistemas agrícolas de pequena escala e de culturas múltiplas nos países africanos continua a apresentar-se como um desafio.

Além disso, mais importante, uma força de trabalho qualificada é exigida pela indústria de UAV cujas competências vão desde o planeamento de itinerários de voo, pilotar UAVs, operar SIG e software de análise de dados, interpretar dados e fornecer consultoria agrónoma ou planeamento espacial. Os desafios sociais abrangem uma série de questões, incluindo: segurança;

direito à privacidade; aquisição, armazenamento e gestão de dados; danos ou incômodo a pessoas e animais, danos à propriedade; emprego, etc. As regulamentações dos UAVs são ainda insipientes em África, a presença de regulamentações muito restritivas, ou mesmo incapacitantes, que regem a importação e o uso de UAVs dificultam o desenvolvimento de uma indústria muito promissora, que poderia atrair e empregar jovens instruídos em áreas rurais. Em alguns casos, as agências governamentais ou o setor privado já estão a trabalhar em soluções descritas neste relatório.

Em conclusão, este relatório considera que a tecnologia drone para agricultura de precisão é um potencial fator de mudança radical para o continente. O relatório recomenda que a adoção, implantação e melhoramento de UAS, no contexto da agricultura de precisão, seja considerada uma prioridade. As principais áreas a serem consideradas no aprimoramento da tecnologia para a realização de seu potencial incluem: capacitação técnica; infraestrutura de suporte; fortalecimento da regulamentação; pesquisa e desenvolvimento; e o compromisso das várias partes interessadas. A este respeito, o painel recomenda o seguinte aos órgãos da UA, estados membros e Comunidades Económicas Regionais (CER):

A nível nacional

- Avaliar o custo de oportunidade da tecnologia de UAV, incluindo fatores externos e compará-lo com os resultados esperados, como segurança alimentar, melhoria da saúde e o potencial dos drones para tornar a agricultura atraente para os jovens.
- Garantir que as partes interessadas se envolvam em todos os aspetos relacionados com a introdução da tecnologia de UAV, para que qualquer resistência potencial seja entendida e tratada sistematicamente.
- Realize a conscientização pública em torno dos UAS e as suas aplicações civis para distinguir claramente entre usos civis e militares e, assim, melhorar a aceitação pública. As preocupações com segurança e privacidade precisam ser tratadas como parte desse processo.
- Abordar os custos e as barreiras técnicas à adoção por meio de subsídios, pequenas e médias empresas ou cooperativas licenciadas e construir uma estrutura de apoio à governação e regulamentação de drones para facilitar a sua adoção (incluindo licenciamento e registo).
- Encorajar e apoiar parcerias público-privadas para a adoção da tecnologia UAV.
- Assegurar que as regulamentações nacionais apropriadas para UAV sejam implementadas. Uma regulamentação adequada deve encontrar um equilíbrio entre, por um lado, as preocupações concorrentes em matéria de segurança pública e, por outro, a necessidade de incentivar a inovação, o desenvolvimento económico e o empreendedorismo dos jovens. Neste contexto, encorajar as Autoridades Nacionais de Aviação Civil a estabelecer regulamentação para que a tecnologia de UAV seja implantada e ampliada para corresponder às necessidades da agricultura de precisão.
- Alocar recursos para Investigação e Desenvolvimento (I&D) (com análise de custos e benefícios) e capacitação para construir massa crítica em todos os aspetos tecnologia de drones, como pilotos licenciados, cientistas, reguladores, etc.
- No contexto de pequenos agricultores, apoio à intensificação de cultivos via estímulo à plantação das mesmas colheitas simultaneamente em áreas contíguas para formar propriedades maiores e mais racionais, que possam maximizar os benefícios da tecnologia de UAV na agricultura de precisão.

Ao nível continental

- Desenvolver uma estrutura regulatória continental para o uso de UAS em África e harmonizar políticas entre países e regiões (Comunidades Económicas Regionais).
- Melhorar colaborações Sul-Sul e regionais, parcerias, redes e trocas de conhecimento para facilitar a expansão do uso da tecnologia de drones.



1

Introdução

A agricultura é a base do bem-estar e da redução da pobreza em África. No entanto, com um aumento nos custos de consumíveis e incertezas dos padrões climáticos, surge a necessidade de adoção de práticas agrícolas que aumentem os rendimentos com consumíveis reduzidos, otimizando o lucro. Em vez de ser autossuficiente, como nos anos 60, África atualmente tornou-se um importador líquido de cereais e outros produtos agrícolas. Além disso, alimentar a crescente população africana continuará a apresentar um sério desafio. Estima-se que a população atual de 1,25 mil milhões será chegará a 2,5 mil milhões até 2015 (Blein & Bwalya, 2013). Por isso, alimentar mais 2 mil milhões de pessoas utilizando métodos agrícolas existentes será uma tarefa difícil para os países africanos.

A otimização do lucro agrícola através do aumento da produtividade e melhores rendimentos de colheitas, beneficiou de vários desenvolvimentos inovadores ao longo dos anos; um deles é o uso da tecnologia de drones. No entanto, embora tais intervenções, e a revolução verde em particular, tenham beneficiado muitos países em desenvolvimento, esse não tem sido o caso em África. Esta situação necessita de uma revisão das práticas e políticas agrícolas, e num entendimento explícito de que políticas de promoção dessas tecnologias de drones terão de ser formuladas.

A agricultura de precisão é uma forma de aplicar tratamentos no lugar certo, na hora certa (Gebbers & Adamchuk, 2010). É considerado um sistema de agricultura moderno, apoiado por diferentes tecnologias (Yao & Wu, 2011) com base na deteção de variações no campo, e aplicando cada entrada com base nessas variações (Robert, 2002). Uma característica fundamental é o uso de sistemas de posicionamento global (GPS) e dados espaciais oportunos, estes são os principais facilitadores da precisão. Por exemplo, aplicações baseadas em GPS na agricultura de precisão são usadas para planeamento agrícola, mapeamento de campos, amostragem de solos, orientação de tratores, reconhecimento de colheitas, aplicações de taxa variável e mapeamento de produção. O GPS também permite que os agricultores trabalhem durante condições de campo de baixa visibilidade, como chuva, poeira, neblina e escuridão (Zarco-Tejada, 2014).

Segundo Zarco-Tejada et al. (2014), a agricultura de precisão é crucial para a sustentabilidade da produção agrícola e minimização de danos ambientais, por exemplo, através da redução da aplicação de nitratos, melhor eficiência no uso da água e aumento da eficiência de combustível. Assim, a agricultura de precisão aplica vários métodos, tais como sistemas de informação geográfica (SIG) (Talebpour, Türker, & Yegül, 2015) e monitorização remota, especialmente dados temporais e espacialmente eficientes gerados por drones. Enquanto as técnicas de SIG amadureceram enquanto suporte à decisão agrícola, a recente entrada de dados espaciais flexíveis, detalhados e oportunos gerados por drones aumenta ainda mais as aplicações na agricultura de precisão. Algumas das numerosas vantagens da agricultura de precisão para os pequenos agricultores e comerciais incluem:

- **Benefícios económicos:** Por meio da agricultura de precisão, uma área de terra dentro de um campo pode ser gerida com diferentes níveis de consumíveis dependendo do potencial de produção agrícola (Ajewole et al., 2016). Portanto, o uso de consumíveis em áreas específicas da quinta pode ser otimizado, resultando em colheitas

melhores e mais produtivas e maiores lucros (Godwin, Wood, Taylor, Knight & Welsh, 2003). No entanto, a análise de custo / benefício da aplicação da agricultura de precisão dependerá do tipo de agricultura e da natureza do desafio ou ameaça ao aumento da produção.

- **Benefícios ambientais:** Godwin et al. (2003) indicaram que a agricultura de precisão ajuda a proteger o meio ambiente da poluição através do uso de aplicações precisas de pesticidas e fertilizantes. Por exemplo, o uso da tecnologia de taxa variável na aplicação de fertilizantes resulta em menor perda de nitrogénio (Robertson et al., 2007). Assim, os agricultores podem facilmente adaptar-se às restrições legais ao uso de agroquímicos (Stoorvogel & Bouma, 2005). Em termos de eficiência no uso da água, a agricultura de precisão reduz o desperdício em comparação com a pulverização uniforme de água ou outros sistemas de irrigação (Hendriks, 2011).
- **Redução de riscos:** A agricultura de precisão fornece gestão específica do local que pode ajudar a identificar problemas com as condições de crescimento, reduzindo, assim, a variabilidade nos retornos líquidos (Ajewole et al., 2016). Por exemplo, informações sobre solo e clima podem ser usadas para melhorar o agendamento de operações, o que pode otimizar as taxas de utilização de máquinas. Como resultado, o risco de poluição pode ser reduzido, bem como o custo de produção de uma cultura numa área específica.

Em tempos recentes, os drones tornaram-se numa das tecnologias mais divulgadas e intrigantes do mundo, sendo utilizadas por pessoas numa ampla gama de atividades, do jornalismo à agricultura, ao trabalho de ajuda humanitária. O número de termos usados para descrever essa tecnologia também aumentou e muitas vezes leva a confusão. Portanto, é útil entender os vários termos usados. Drone é o termo mais comumente usado, mas o veículo aéreo não tripulado (UAV) e o sistema aéreo não tripulado (UAS) também são cada vez mais usados. Na maioria dos casos, o termo drone e UAV são considerados sinónimos, enquanto o UAS é um termo de referência que inclui o UAV, a estação de controlo terrestre e o sistema de controlo remoto que interliga os dois (UAV Insider, 2013).

A importância do conceito de agricultura-drone de precisão na melhoria do bem-estar socioeconómico em África, através da melhoria da produção de alimentos e métodos agrícolas, é especificamente indicada nalgumas das Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especificamente os ODS 1 e 2, bem como a Agenda 2063 da UA – *A África Que Nós Queremos*, aspirações 1 e 5. Além disso, espera-se que esta iniciativa da UA trabalhe em paralelo com os pilares 1 e 6 da Iniciativa Científica e Tecnológica. Estratégia para a África (STISA) 2024.

Uma análise crítica de drones na agricultura de precisão

Para avaliar a tecnologia de drones em África, têm existido inúmeros estudos-piloto, pesquisas e atividades exploratórias. Estes tentaram determinar os sectores em que os drones podem trazer benefícios imediatos para o continente e também garantir que os países africanos estejam preparados e prontos a adotar esta tecnologia, à medida que esta continua a evoluir e a oferecer, potencialmente, mais aplicações. (Efron, 2015) (Makoye, 2016) (de Klerk, Droogers, Simons, & van Til, 2016) (Look, 2013).

Drones podem contribuir para o desenvolvimento do continente, uma vez que esta nova tecnologia oferece uma oportunidade de progresso para África. A fim de entender o potencial total dos drones para a agricultura de precisão, e também como eles podem beneficiar África de outras formas, é importante olhar a tecnologia em detalhes e explorar seus componentes e uma gama de aplicações selecionadas.

2.1 Tipos de Drone

Existe um crescente número de modelos de UAVs no mercado, que só deverá aumentar, tornando extremamente importante avaliar primeiro a necessidade de UAVs e depois considerar as opções. Na seleção de drones, as principais considerações iniciais devem ser a autonomia de voo, capacidade de carga e peso total. As três variáveis são interdependentes; por exemplo, a autonomia de voo está frequentemente ligada à qualidade e capacidade da bateria, o que, por sua vez, afeta o peso total. Este último é frequentemente o ponto de partida para diretrizes regulatórias, já que o peso das aeronaves tem uma correlação direta com seu risco operacional. Exemplos de classificações de peso e tamanho estão detalhados na Tabela 1.

Tabela 1: Classificação de drones por tamanho e peso

Classe	Peso Máximo na decolagem	Tamanho
Micro	<1 kg	Nenhuma dimensão maior que 50 cm
Mini	1-5 kg	Nenhuma dimensão maior que 200 cm
Pequeno	5-10 kg	Nenhuma dimensão maior que 500 cm
Médio	10-25 kg	
Grande	>25 kg	

O segundo elemento importante na escolha é o seu modo de controlo, que pode ser resumido da seguinte forma:

- **Controlo manual completo:** o piloto tem controlo total da aeronave, sem ajudas.
- **Controlo manual assistido:** O piloto está no controlo, mas é auxiliado por sensores montados na aeronave, como acelerómetros, sensores de inclinação ou sensores de GPS.
- **Controlo parcialmente automatizado:** o piloto é tipicamente responsável, antes do lançamento, pela configuração do voo, incluindo parâmetros tais como pontos de referência (*waypoints* um ponto intermediário ou local numa rota ou linha de viagem) e velocidade. Mas, assim que o drone está em a voar, o piloto automático assume o controlo e o piloto só é necessário em caso de emergência ou mudança no plano de voo.
- **Totalmente automatizado:** Uma vez que a aeronave é lançada, o piloto não mantém qualquer tipo de controlo.

Além do método de controlo, os UAVs enquadram-se em três categorias principais. Os principais tipos são conhecidos como multi-rotor (*multicopter*) e aeronaves de asa fixa. Aeronaves de asa fixa geralmente tem a capacidade de cobrir uma área muito maior que um multi-rotor, enquanto o último é mais fácil de pilotar e controlar manualmente. No entanto, há um UAV híbrido em rápido desenvolvimento que tem a vantagem da decolagem vertical do multi-rotor, sendo capaz de manter o alcance e autonomia de um UAV de asa fixa.

2.1.1 UAVs multi-rotor

UAVs multi-rotor (Figura 1) são o tipo de drone mais popular e são definidos como um UAV que usa três ou mais rotores para alcançar o movimento e a elevação. Empresas como a DJI¹ e a Parrot² conseguiram trazer os drones do tipo multi-rotor para o mercado de massas, baixando os preços e eliminando a barreira do uso de UAVs. A mecânica simples do rotor utilizada por esses UAVs reduziu bastante a complexidade associada à pilotagem de tais aparelhos. Com um melhor controlo de voo, os veículos aéreos multi-rotor têm sido amplamente utilizados em aplicações como fotografia aérea e inspeções no local. Uma das principais vantagens que os multi-rotor têm sobre os UAVs de asa fixa é que eles decolagem e aterram verticalmente, o que significa que eles precisam de muito pouco espaço para serem operados.

Figura 1: Exemplos de UAVs multi-rotor



1 www.dji.com

2 www.parrot.com

2.1.2 UAVs de asa fixa

Existem dois tipos principais de UAV de asa fixa: a asa voadora (Figura 2, à esquerda) e a configuração de avião mais tradicional (Figura 2, à direita). As asas fixas precisam de consideravelmente mais espaço para decolar e aterrizar em comparação com multi-rotor. No entanto, devido à sua dinâmica de voo melhorada, eles podem cobrir áreas muito maiores, tornando-os ideais para aplicações como vigilância, mapeamento e monitorização de terras e atividades agrícolas de larga escala.

Figura 2: Exemplos de UAV de asa fixa



2.1.3 Decolagem e aterragem vertical (VTOL)

Drones de decolagem e aterragem verticais (VTOL), ou drones híbridos, são uma inovação recente e aproveitam a capacidade de multi-rotor para descolar e aterrizar (Figura 3).

Figura 3: Exemplos de UAVs VTOL



2.2 Aplicações civis emergentes de drones

2.2.1 Monitorização e mapeamento de terras

Os UAV fornecem meios de ultrapassar os métodos tradicionais de medição e monitorização terrestre porque podem fornecer dados precisos para tomada de decisões mais rapidamente. Os UAVs podem ser implantados rapidamente e permitem a geração de dados mais próxima dos utilizadores, além de fornecer um conjunto de dados mais rico e de maior resolução e precisão do que o uso de câmeras tradicionais. Os dados podem então ser usados para gerar mapas para o planeamento do uso da terra, geração

de cadastro e / ou verificação, repovoamento e assim por diante (Zanzibar Commission for Lands, 2017). Os dados gerados nesses mapeamentos também permitem investigação na utilização de UAVs de baixo custo, para gerar simulações de modelos avançados de inundações, substituindo, portanto, a necessidade de usar aeronaves tripuladas dispendiosas e complexas. Isso é demonstrado por Soesilo (2015) na aquisição de drones para mapeamento e modelação de riscos de inundação em Dar-es-Salaam, na Tanzânia.

Até o advento dos UAS, a aquisição de dados de mapeamento e pesquisa era feita por meio de levantamento de pessoas no solo, aeronaves tripuladas tradicionais ou imagens de satélite. Nos EUA, e em muitas quintas na Europa, o GPS e a tecnologia associada a tratores são usados atualmente para algumas das finalidades propostas para os drones. Uma limitação geral no mapeamento de UAV é que apenas os recursos que são diretamente representados nas imagens aéreas podem ser modelados. Os métodos convencionais ainda são necessários para a modelação de recursos *obscuros*. No entanto, talvez o espectro mais promissor da tecnologia UAV seja a redução significativa no capital e nas habilidades necessárias para a aquisição de dados e a capacidade de se posicionar rapidamente em campo e realizar inspeções, monitorização e vigilância. Com a procura cada vez maior de recursos naturais, a capacidade de monitorizar de perto e obter informações precisas e oportunas sobre as taxas de desflorestação e degradação dos solos, por exemplo, é fundamental. Os UAV oferecem grandes oportunidades para observar à distância e documentar provas em alta resolução.

2.2.2 Posse da terra e planeamento do uso da terra

Os UAVs podem ser usados para acelerar o processo de registo de terras, facilitando a avaliação da propriedade da terra e a titulação. O acesso à terra é fundamental para garantir que os milhões de pessoas que vivem na África rural tenham comida suficiente para comer. Mesmo que as pessoas estejam envolvidas noutras atividades, a terra fornece uma rede de segurança essencial durante períodos de instabilidade económica e ajuda a definir culturas e identidades. O facto de apenas 10% das terras rurais estarem mapeadas e registadas constitui um enorme obstáculo à superação de algumas das inseguranças básicas sentidas pela maioria da população africana, especialmente populações rurais e comunidades agrícolas. Num ambiente urbano, um UAS pode gerar com precisão e rapidez modelos de elevação digital de dados e alta resolução prontos para uso no planeamento do uso da terra, verificação, correções ou realinhamento de limites cadastrais, desenvolvimento ou atualização de infraestrutura e muito mais.

2.2.3 Entrega de Carga

Quando o transporte rodoviário é um desafio para pequenas parcelas, os UAV oferecem a oportunidade de mudar o sistema de transporte tradicional e garantir uma entrega rápida pelo ar. Em África, a economia desse tipo de aplicação está, no momento em que escrevo, sob revisão em Madagáscar, Malawi e Ruanda (ver secção 5.4).

2.2.4 Gestão de ativos agrícolas

As UAS oferecem uma série de oportunidades interessantes para melhorar a gestão de ativos agrícolas. Os UASs fornecem aos agricultores uma visão panorâmica de suas culturas, permitindo-lhes detetar mudanças subtis que não podem ser prontamente identificadas por “exploradores de colheitas” no nível do solo. Os UAV equipados com sensores especializados são capazes de adquirir imagens multiespectrais para gerar dados de colheita, como Índice de Vegetação Diferenciado Normalizado (NDVI), Índice de Área Foliar (LAI) ou Índice de Reflectância Fotoquímica (PRI) que é uma medida da eficiência fotossintética do uso da luz, permitindo que os utilizadores visualizem mudanças de colheita ou condições de stress que de outra forma seriam invisíveis ao olho humano.

NDVI fornece informações sobre os diferentes níveis de biomassa dentro de uma parcela de terra. As imagens NDVI interpretadas fornecem informações detalhadas sobre o estresse hídrico, deficiências nutricionais, infestações de pragas, doenças de culturas ou outras condições que afetam o desenvolvimento da cultura. Os indicadores de imagens, como o NDVI, fornecem uma primeira camada de informações que podem ser adicionadas por informações fornecidas por visitas de campo ou por um algoritmo dedicado. Por exemplo, algoritmos já existem para fertilização, onde indicadores de imagens são traduzidos em indicadores agrônomos para guiar a aplicação de fertilizantes.

Os dados gerados por drones também podem ser usados para acelerar o processo de realização de inventários de culturas e estimativas de rendimento. A pecuária também pode usar UAVs para determinar a localização dos seus rebanhos e alguns produtores descobriram que os UASs são úteis para a realização de pesquisas regulares de animais e para inspeção regular de vedações (Greenwood, 2016). Em África, há cada vez mais esforços para melhorar as oportunidades de acesso ao crédito pelos agricultores. O fornecimento de dados detalhados e atualizados sobre a localização, tamanho, plantios permanentes, saúde das colheitas e biomassa pode ajudar a melhorar o valor do crédito aos agricultores. A aplicação em campo dessa tecnologia está em implementação no Uganda (Rambaldi G., comunicação pessoal, 2017).

2.2.5 Investigação científica

Os UAVs são amplamente utilizados para investigação científica. A literatura cobre uma variedade de usos de UAV, incluindo pesquisa arqueológica, medição de contaminação, análise da nuvem de cinzas de erupções vulcânicas, análise de regiões costeiras, vigilância de glaciares, identificação de espécies de plantas ou fenotipagem, inventariação de plantas ou animais e muito mais.

No domínio da pesquisa agrícola, uma vez analisados e interpretados, os dados de alta resolução recolhidos pelos sensores do UAV, em intervalos desejados, oferecem estatísticas confiáveis e objetivas para comparar diferentes micro-parcelas, num determinado estágio de desenvolvimento, da cultura e para melhor compreender o ciclo da cultura. Dados de monitorização remota de alta resolução (por exemplo, 1 cm / pixel) podem fornecer informações sobre nitrogénio absorvido, ocorrência e distribuição de pragas, doenças e ervas daninhas, stress hídrico, densidade de plantas, estágios de desenvolvimento de plantas, biomassa fresca, matéria seca, etc. Dependendo das culturas, indicadores que podem ser elaborados incluem o NDVI, LAI, PRI, bem como o índice normalizado da diferença de vegetação verde, índice normalizado de diferença de borda vermelha, índice de clorofila total (Cab; ou seja, clorofila *a* e *b* é usado como indicador para o estado de uma floresta, e também como contributo para vários modelos fisiológicos de vegetação), quantidade de clorofila por área e muito mais.

2.2.6 Avaliações de seguro e danos

Agricultores de países em desenvolvimento estão, lentamente, a comprar seguros agrícolas, mas atrasos nos pagamentos dos seguros podem causar estresse adicional para as comunidades afetadas. Na Índia, o governo nacional tem promovido o estabelecimento de um esquema de seguro nacional apoiado pela tecnologia UAV. O propósito é assegurar uma rápida avaliação e pagamento de danos causados por desastres, reduzindo assim as dificuldades financeiras suportadas pelos pequenos agricultores (Garg, 2016). Grandes seguradoras, como a Munich Re, têm parcerias com provedores de serviços de dados UAV para aprimorar as avaliações de seguros em todo o mundo, fornecendo tempos de resposta mais rápidos e maior precisão nos relatórios após desastres naturais (PrecisionHawk, 2016). Para os setores de desenvolvimento e humanitário, a adoção de serviços de dados UAV pelas seguradoras oferece a oportunidade de reduzir as dificuldades pós-desastre entre as comunidades afetadas.

2.3 Tecnologias complementares

Existem várias tecnologias complementares que são comuns à agricultura de precisão e ao uso de drones. Compreendem-se melhor essas tecnologias complementares, quando se observam as etapas necessárias para a implementação da agricultura de precisão. Gottard et al. (1995) revelou que, embora o conceito de agricultura de precisão tenha existido desde muito cedo no desenvolvimento da agricultura, pode-se dizer que sua prática foi facilitada pelo desenvolvimento de tecnologia que permitiu quantificação e gestão diferencial da variabilidade natural dos campos.

O surgimento de GPSs e dos sistemas globais de navegação por satélite (GNSS) desencadeou a evolução da agricultura de precisão moderna. A capacidade dos agricultores e/ou investigadores de localizar sua posição precisa num campo permite criar mapas de variação espacial com tantas variáveis quantas puderem ser medidas (e.g. rendimento de culturas, características do terreno / topografia, teor de matéria orgânica, níveis de humidade, níveis de nitrogénio, pH, etc.). O GNSS é constituído por uma constelação de satélites em órbita terrestre, incluindo o GPS americano, o russo Glonass, o Galileo europeu, o chinês Beidou, etc. Os satélites transmitem informações temporais e de localização precisas aos recetores terrestres. As informações de localização enviadas por vários satélites são recebidas pelas unidades recetoras no solo, com um marcador horário específico para que a localização exata possa ser determinada. A disponibilidade de informações de localização precisas num determinado ponto no tempo permite que as medidas de culturas, solo e água sejam mapeadas. Os recetores GNSS, que são transportados para o



campo ou montados em tratores, permitem que os utilizadores retornem a locais específicos para amostragem ou fornecimento de consumíveis apropriados. As aplicações baseadas em GNSS na agricultura de precisão são usadas para planeamento agrícola, mapeamento dos campos, amostragem de solo, orientação de tratores, reconhecimento de colheitas, aplicações variáveis de consumíveis e mapeamento de produção. O GNSS, também permite que os agricultores trabalhem durante condições de campo de baixa visibilidade (chuva, poeira, neblina e escuridão).

Outra tecnologia de agricultura de precisão é o SIG, que é uma ferramenta que consiste num sistema de base de dados de software usado para capturar, armazenar, recuperar, manipular, analisar e exibir - em mapas - informações geográficas referenciadas espacialmente. O SIG, nos termos mais simples, é a fusão de cartografia, análise estatística e tecnologia de base de dados. Orellana et al. (2006) afirmam que a capacidade do SIG de analisar e visualizar ambientes e fluxos de trabalho agrícolas provou ser muito benéfica para a indústria agrícola. Gerir camadas de dados de cobertura vegetal num SIG provou ser útil para associações de produtores, companhias de seguro agrícola, empresas de sementes e fertilizantes, empresas químicas agrícolas, bibliotecas, universidades, governos estatais e federais e empresas de monitorização remota. De importância semelhante ao GNSS e SIG na modelação de agricultura de precisão é o uso de dados de rendimento. Estes são dispositivos de medição de rendimento de culturas instalados em equipamentos de colheita. A partir do monitor, o rendimento é devidamente gravado e armazenado em intervalos regulares (de distância ou tempo), juntamente com os dados posicionais recebidos da unidade GNSS. Outros dados como distância e alqueires por carga, número de cargas e campos também são rastreados. É possível gerar mapas de rendimento usando o software SIG.

A tecnologia de aplicação variável de consumíveis é outra ferramenta de modelação, que integra equipamentos de campo agrícola com a capacidade de controlar com precisão as operações de lavoura e a taxa de aplicação de consumíveis agrícolas. Os controladores de aplicação variável estão disponíveis para fertilizantes granulares, líquidos e gasosos / materiais agroquímicos, o que permite aos agricultores adicionar a quantidade de consumíveis de culturas necessárias num local do campo preciso, de acordo com as características individuais ou requisitos daquele local.

Por último, mas não menos importante, os dados de monitorização remota. Os dados de imagem gerados por monitorização remota do solo e das culturas são processados e adicionados a um banco de dados SIG. Existem três fontes de dados de monitorização remota comumente usados na agricultura, a saber: (i) sensores proximidade; (ii) sensores aéreos; e (iii) sensores de satélites. Sensores portáteis de proximidade (por exemplo, para medir a fluorescência da clorofila) são usados principalmente para pesquisa básica - dados obtidos por esse tipo de sensor são usados para estabelecer relações entre comportamento espectral e parâmetros biofísicos de culturas sob certo stress (nutricional, térmico, hídrico). Em conjunto, esses dados de campo são transformados em índices de vegetação que são então relacionados a parâmetros agrónomos, incluindo índice de área foliar, produtividade e biomassa, entre outros. Vários estudos mostraram que características físicas, como conteúdo de matéria orgânica do solo, textura e permeabilidade, podem ser correlacionadas com a resposta espectral registada por imagens de monitorização remota (Leone et al., 1995); (Thompson e Robert, 1994). Temperaturas térmicas (obtidas a partir de imagens térmicas) também foram utilizadas para estudar o conteúdo de água e a compactação do solo. A ferramenta derivada de monitorização remoto mais utilizada é o NDVI, que tem sido relacionado a diferentes variáveis de cultura (principalmente rendimento) e tem sido usado para identificar a variabilidade nas condições do campo.



2.4 Maturidade / prontidão para implementação

2.4.1 Procura do mercado

As tecnologias de drones são consideradas emergentes e são, portanto, bastante novas, especialmente em África. A prontidão com que as tecnologias de drones podem ser aplicadas aos desafios de produção agrícola dependerá da procura pela tecnologia de drones e das barreiras predominantes ao acesso à tecnologia em termos de custo, infraestrutura e mão de obra treinada, entre outros. Em situações de crise, muitos países africanos não hesitarão em usar drones quando expostos à tecnologia para determinar, por exemplo, áreas propensas a inundações na Tanzânia (Soesilo & Bergtora Sandvik, 2016) e entrega de sangue para fins médicos em Ruanda (Ruanda Biomédica Center, 2016).

Nos últimos tempos, numerosos países africanos encontraram uma rápida infestação de lagarta-do-cartucho na produção de milho que devastou mais de 200.000 ha de terras agrícolas em Gana, por exemplo. A extensão da devastação da cultura e a progressão da infestação não são conhecidas atualmente, de modo que o controlo efetivo possa ser instituído. O uso de instalações de monitorização remota, como drones (atualmente não disponíveis), pode permitir a determinação da extensão e da progressão da infestação, a fim de implementar práticas de controle efetivas. Este é um exemplo das funções para as quais os drones podem ser usados.

2.4.2 Estatuto da regulamentação e infraestrutura

Cerca de 26% de todos os países africanos têm regulamentos sobre UAV (<https://www.droneregulations.info>). Alguns países fizeram pequenas alterações nos regulamentos existentes, e os demais estão no processo de desenvolver regulamentos para os UAV ou não tomaram nenhuma ação (ver seção 4.2). Além disso, a infraestrutura necessária para apoiar o uso de drones e treino em pilotagem e uso de dados de drones deve ser promovida. Maurícias, Marrocos, Ruanda, África do Sul e Tanzânia estão entre os países onde os UAV estão atualmente implantados para fins de exploração de culturas, mas o uso generalizado de drones na agricultura ainda está para ser alcançado em todo o continente.

Implementação de Drones em África

Os drones foram implementados em África, em iniciativas regionais e nacionais nos casos seguintes:

3.1 Implementação a nível nacional

3.1.1 Planeamento do uso da terra e posse de terras

3.1.1.1 Posse da terra na Tanzânia

Em 2016, o Ministério de Terras da Tanzânia conduziu um projeto para avaliar os UASs como uma opção para a aquisição de imagens aéreas para apoiar um programa nacional de posse da terra. O objetivo da missão era determinar se os UASs são uma alternativa viável para aeronaves tripuladas e satélite como fonte de imagens aéreas.

Um estudo piloto foi realizado e seus resultados foram extremamente encorajadores. O objetivo primário de 24 km² foi excedido, uma área total de 147 km² foi levantada e uma distância de amostragem terrestre de 7 cm foi alcançada. Um objetivo secundário, que era determinar a precisão absoluta possível, também foi alcançado com os pontos de controle do solo. O Ministério das Terras pode confirmar a precisão absoluta dentro de 2 cm. O trabalho na Tanzânia tem estimulado muito interesse tanto em África como internacionalmente (Makoye, 2016).

3.1.1.2 Iniciativa de mapeamento de Zanzibar

Em novembro de 2016, a Comissão para Terras em Zanzibar, juntamente com vários parceiros, realizou um projeto para mapear todo o Zanzibar usando drones de pequena escala, com o resultado de que 80% da área terrestre de Zanzibar foi mapeada. Embora o projeto ainda não esteja concluído, 15 estudantes e 4 inspetores do governo já foram treinados e 20 certificados de operação de drones são emitidos para estudantes e inspetores do governo (Zanzibar Commission for Lands, 2017).

3.1.2 Agricultura de pequena escala e agronegócio

3.1.2.1 UAS apoiando pequenos agricultores em Moçambique

Na esteira da mudança climática, muitos agricultores são confrontados com informações limitadas e acionáveis sobre onde e quando aplicar os recursos disponíveis, como água, fertilizantes e sementes. Em Moçambique, uma intervenção está a provar que o aconselhamento fornecido por trabalhadores que têm usado drones de baixo custo, tem ajudado os agricultores a tomar decisões informadas para melhorar a eficiência e rendimento da água nas culturas. O projeto *Third Eye*, como é chamado, usa drones recreativos equipados com sensores infravermelhos e software personalizado para capturar e analisar dados localmente. A informação resultante é visualizada em forma de mapa e discutida com os agricultores que cultivam feijão, milho e arroz. A área do projeto é de 1.800 ha e envolve 2 800 agricultores, 71% dos quais são mulheres. Um total de 14 trabalhadores foram

treinados para operar os drones e capturar, analisar e apresentar as descobertas aos agricultores. Os dados recolhidos durante a implementação do projeto indicam que a produção agrícola aumentou em 41%, enquanto o uso total de água foi reduzido em 9%, resultando em um aumento de 55% na produtividade da água.

3.1.2.2 *Serviços UAS de apoio ao agronegócio em Marrocos*

Em Marrocos, os serviços de UAS são usados para ajudar a garantir que haja uma aplicação eficiente de fertilizantes para atingir a qualidade desejada das culturas. Les Domaines Agricoles, o maior agronegócio marroquino, adotou UAS e análises agrônomas para aumentar a eficácia dos fertilizantes e relatou resultados positivos em termos de rendimento e qualidade do produto. As culturas que eles cultivam incluem citrinos e plantas aromáticas, entre outras.

3.1.3 Ajuda humanitária e de emergência

3.1.3.1 *Mapeamento de cheias para redução do risco de desastres*

Com uma população estimada de 5 milhões e uma taxa de crescimento anual de 8%, Dar-es-Salaam na Tanzânia é uma das cidades com maior crescimento em África. Mais de 70% da população vive em alojamentos informais e não planeados com infraestrutura inadequada. Além disso, fortes chuvas duas vezes ao ano resultam em riscos significativos de inundação. Em 2015, um consórcio formado por autoridades locais, a Comissão de Ciência e Tecnologia da Tanzânia, duas universidades e o Centro de Inovação de Buni, liderou a produção de um mapa detalhado da cidade. Imagens aéreas a 5 cm de resolução, cobrindo uma área de 88 km², foram capturadas ao longo de um período de duas semanas usando UAV de asa fixa. Atualmente, o mapa é usado para planeamento urbano com ênfase especial na redução do risco de desastres e na preparação para calamidades naturais, como inundações, bem como emergências de saúde, como a cólera (Soesilo et al., 2016).

3.1.4 Vigilância e monitorização

3.1.4.1 *Inspeção de instalações portuárias em Marrocos*

Os drones são usados para inspecionar as instalações portuárias de Casablanca e monitorizar a construção em andamento. Voos regulares são organizados ao longo do porto para garantir que os contratados cumprem os prazos. Imagens de alta definição, capturadas por sensores aéreos, são usadas pelos funcionários portuários para monitorizar e, eventualmente, pedir informações adicionais ou lançar investigações sobre o andamento da construção. Um drone multi-rotor voando a baixa altitude fornece um modelo 3D que é muito útil em termos de informação topográfica.

3.1.5 Monitorização e proteção da fauna selvagem

Em África, as áreas protegidas enfrentam sérios desafios. As espécies de animais selvagens protegidas são ameaçadas por atividades ilegais, como a caça furtiva. Embora a implantação de UAVs neste contexto ainda seja nova, vale a pena mencionar algumas iniciativas. UASs têm sido usados para pesquisar grandes mamíferos em Burkina Faso (Vermeulen et al., 2013). UASs também são usados no Kruger National Park, na África do Sul, para lutar contra a caça de rinocerontes (Mulero-Pázmány et al., 2014). O governo da Namíbia, através da força de defesa da Namíbia, apoia os programas anti caça furtiva contra rinocerontes e elefantes utilizando UAS (Nkala, 2014). Além disso, o Conservation Drone, um dos principais participantes no uso de drones para conservação, conduziu uma missão de conservação com UAVs no Parque Nacional Loango no Gabão e na Reserva Natural de Tchimpounga no Congo (Sweeney, 2015).

A utilização de UAS para monitorizar o uso ilegal ou utilizações insustentáveis dos recursos florestais e a ocupação do solo em geral foi iniciada em muitas partes do mundo. Organizações não governamentais internacionais e nacionais têm sido entusiastas da tecnologia para capacitar comunidades marginalizadas e povos indígenas a coletar evidências visuais de atividades ilegais por meio de um “olho no céu” (UAV). Embora não haja casos documentados para esta aplicação de UAS em África, exemplos são conhecidos na Ásia e na América Latina.

3.1.6 Entrega de carga

3.1.6.1 *Entrega de itens de cuidados de saúde*

Em 2016, o governo de Ruanda firmou parceria com a empresa de robótica Zipline, dos EUA para lançar um programa de entrega destinado a reduzir o tempo de entrega de sangue (Ruanda Centro Biomédico, 2016). Em 2017, eles conseguiram cortar o tempo das entregas de sangue às instituições médicas de quatro horas para 15 minutos (Rosen, 2017).

3.1.6.2 *Dispersão de insetos estéreis para o controle biológico de pragas e doenças*

Desenvolvido em parceria com a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), a Organização das Nações Unidas (ONU) para Alimentação e Agricultura (FAO), e construído por um fabricante alemão de drones, o UAV usado na Operação de Emissão Remota de Mosquitos (ROME0) permitiu o transporte e dispersão de mosquitos machos estéreis para fornecer controlo de mosquitos que podem ser vetores de doenças graves (FAO / IAEA, 2016). Uma iniciativa semelhante foi apoiada pela IAEA na Etiópia para dispersar moscas tsé-tsé masculinas estéreis (Atherton, 2016).

3.2 Implementação em nível regional

O uso de UAV em África ainda está na infância e há pouco na literatura sobre projetos e iniciativas regionais que utilizam tecnologia de drones. É provável que isso esteja ligado ao fato da regulamentação do UAV seja tratada a nível nacional e as regras e regulamentos que se aplicam ao uso de UAVs são emitidos pelas Autoridades Nacionais de Aviação Civil (NCAAs) e, portanto, diferem entre as regiões. A falta de iniciativas regionais em África espelha os desenvolvimentos globais onde a tecnologia de drones militares é mais discutida em relação à proteção da paz e segurança. Na Europa, a Comissão Europeia (CE) lidera um esforço para harmonizar as regulamentações nacionais de UAVs por meio da criação de uma estrutura legal para toda a União Europeia (UE).

A harmonização de regulamentação em África poderá ser implementada com a utilização sistemática de drones no continente.

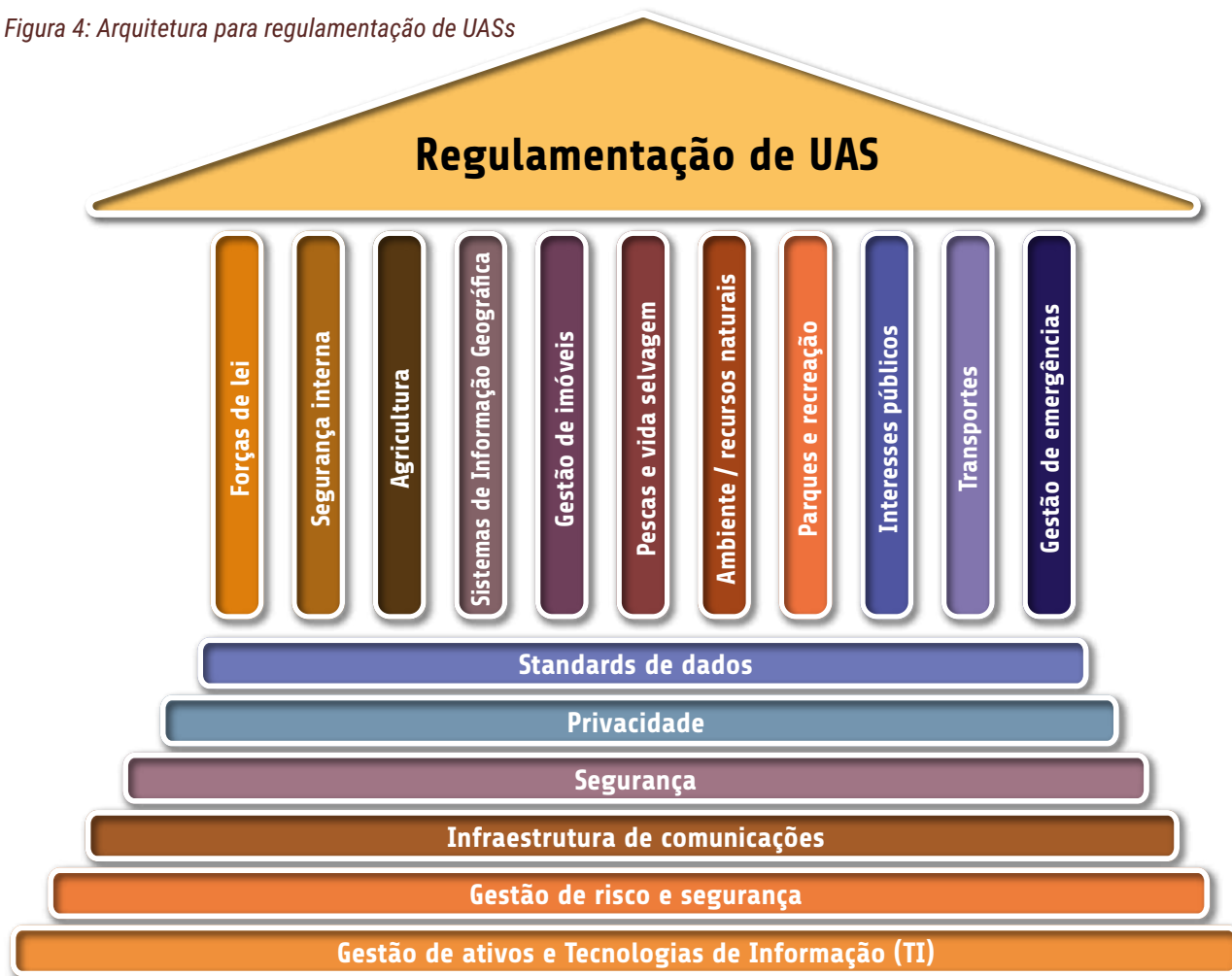
Políticas públicas e sistemas regulatórios

4.1 Governança

Nos UAVs, a regulamentação é uma questão multissetorial que deverá envolver todos os atores relevantes na tomada de decisões. No entanto, na maioria das vezes, a regulamentação do espaço aéreo civil continuará a ser responsabilidade da Autoridade Nacional de Aviação Civil relevante, que controla tanto o desenvolvimento quanto a promulgação dos regulamentos e a sua aplicação. A figura 4 abaixo exemplifica os blocos de construção ideais e o fluxo para o desenvolvimento de uma estratégia de regulamentação de UAV. Os blocos horizontais no diagrama ilustram como uma estratégia de regulamentação do UAS deve ser construída sobre uma base sólida de políticas que levam em conta questões como privacidade pública e segurança, imponha a troca de dados e padrões de comunicação, e inclua métodos acordados de gestão e mitigação de riscos. Os pilares verticais representam os vários setores ou áreas de operações que usam UAVs.



Figura 4: Arquitetura para regulamentação de UASs



Fonte: https://www.nascio.org/Portals/0/Publications/Documents/NASCIO-UAS_Governance_and_State_CIOs_OnTheRadar.pdf

4.2 Políticas e regulamentações

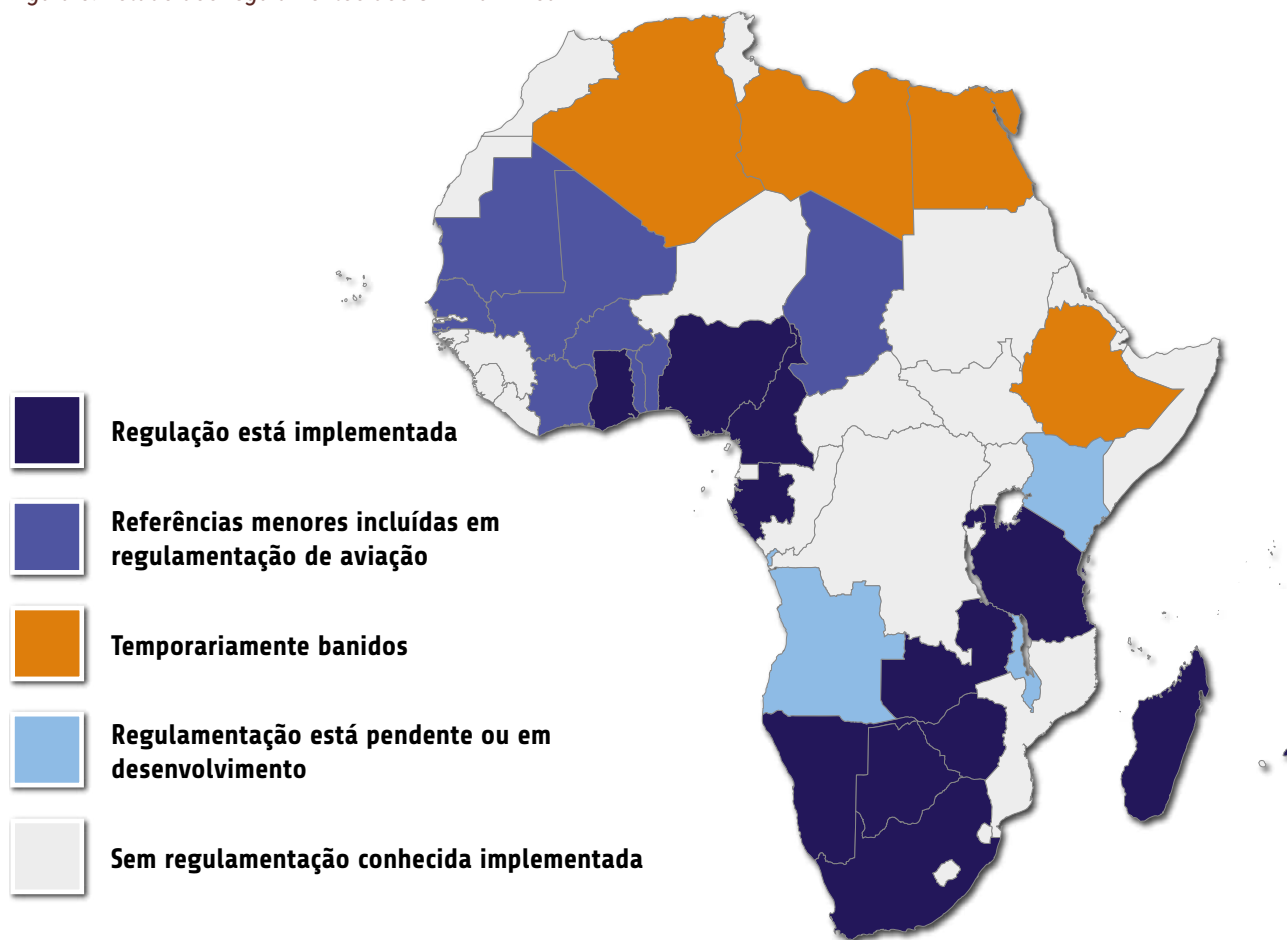
Em cada país, as NCAAs são as autoridades estatutárias do governo que supervisionam a aprovação e a regulamentação da aviação civil. As NCAAs também são o principal regulador do uso de UAVs dentro do espaço aéreo nacional. As NCAAs normalmente regulam aspetos críticos de grandes aeronaves tripuladas, suas condições de aeronavegabilidade e operações. A regulamentação do uso de UAVs, especialmente os pequenos e médios, que surgiram recentemente no mercado, tem sido uma responsabilidade adicional em áreas ainda por explorar. Onde quer que as normas de UAV estejam em vigor, as NCAAs são geralmente responsáveis pelo seguinte em relação ao uso de UAV: (i) verificação de equipamentos aéreos e terrestres que afetam a segurança de voo; (ii) licenciamento de piloto; (iii) emissão de licenças de voo; (iv) definir padrões para operações de UAV e requisitos mínimos para operar diferentes classes de UAV com base na massa e no tamanho da decolagem.

No seu site, a Organização Internacional de Aviação Civil (ICAO) oferece um kit de ferramentas de UAV com uma pequena coleção de regulamentos nacionais atuais de UAV (ICAO, 2017). Infelizmente, nenhum país africano está incluído na base de dados da ICAO; o estado dos regulamentos UAV na África pode ser obtido no Banco de Dados Global de Regulamentos de Drones (<https://www.droneregulations.info>).

A África do Sul foi o primeiro país a implementar e aplicar um conjunto abrangente de regras juridicamente vinculativas que governam os UAV em julho de 2015. Como mostra a Figura 5, um total de 14 países africanos publicaram normas dedicadas aos UAV, em julho de 2017, que representam 26% do total de países do continente.

Sete países, sob “referências menores”, anexaram as primeiras orientações da ICAO aos seus regulamentos de aviação. Vale a pena realçar que as orientações são inteiramente replicadas, sugerindo que a padronização dos regulamentos já foi um fator em África (Rambaldi & Guerin, 2017).

Figura 5: Estado dos regulamentos dos UAV na África



(Fonte: www.droneregulations.info, 2017)

Desafios e soluções futuras

A implementação de UAV tem desafios próprios, que podem ser classificados em quatro grandes categorias: tecnológica; econômica; social; e legal e regulatória, como sugerido por Clothier et al. (2015). Em alguns casos, agências governamentais e operadores do setor privado já estão a trabalhar em soluções que são descritas abaixo.

5.1 Tecnologia

Soluções em que a indústria está a trabalhar incluem autonomia, capacidade e confiabilidade. A autonomia da bateria é um dos principais desafios para os operadores de UAV. Baterias comerciais para pequenos UAVs permitem voos de 24 a 40 minutos totalmente carregados antes que a substituição da bateria seja necessária. Os UAVs de asa fixa têm maior autonomia de bateria em comparação com multirrotores. Algumas empresas oferecem UAV movidos a energia solar e afirmam que podem voar por horas. Tal como acontece com carros movidos a eletricidade, o desenvolvimento de baterias de alta capacidade e carga rápida para permitir maior autonomia de voo UAV é considerado uma prioridade máxima pelos fabricantes de UAV e enormes investimentos estão a ser feitos para encontrar soluções.

Baterias de lítio, que são as mais utilizadas para alimentar os UAVs, têm seus próprios desafios, pois podem gerar uma grande quantidade de calor em caso de curto-circuito, ou podem pegar fogo se forem danificadas, projetadas de maneira inadequada ou montadas incorretamente. Na verdade, o transporte de baterias de lítio que excedam uma quantidade definida de watt-hora é considerado um risco por muitas companhias aéreas comerciais e regras estritas são aplicadas para minimizar os riscos inerentes ao transporte de tais baterias em aviões de passageiros comerciais.

A dependência dos UAV em comunicações com um operador terrestre para controlo, torna-os vulneráveis a perda de sinais por interferência, supressão, voos fora de alcance ou *hackers*. Quando um UAV perde o sinal que o guia, o veículo tem que decidir o que fazer, embora os UAVs sejam geralmente programados para lidar com essas situações. O desafio de manobrar com segurança um UAV para além da linha de visão foi recentemente abordado pelo desenvolvimento e instalação de tecnologia, que permite que os UAVs “detetem e evitem” outros objetos estacionários ou em movimento. No entanto, o desafio permanece para todos os drones que estão atualmente no mercado e que não estão equipados com tecnologia.

Cada vez mais, os UAVs são equipados com software de delimitação geográfica, que evita voar dentro de áreas restritas ou fornece um aviso ao piloto se o UAV entrar em uma zona sensível de exclusão aérea. Atualizações automáticas com restrições temporárias de voo em torno de incêndios florestais, por exemplo, ajudam a proteger aeronaves de combate a incêndios autorizadas e garantem que as equipes de incêndio possam operar sem interrupções. Software como o *Geospatial Environment Online* incluem restrições permanentes de voo em torno de prisões, centrais nucleares e outros locais sensíveis, bem como restrições temporárias para grandes reuniões em estádios e eventos de segurança nacional. O software também introduz flexibilidade para os pilotos de drone, dando-lhes a capacidade de desbloquear algumas áreas restritas onde eles têm permissão para operar (DJI, 2016).

Enquanto o software de delimitação geográfica está atualmente disponível, o principal desafio em África está nas NCAAs produzirem dados relevantes (por exemplo, zonas de exclusão aérea) e disponibilizá-los regularmente para os fabricantes de drones ou provedores de serviços dedicados para distribuição por meio de atualizações de software aos operadores.

5.2 Económico

Enquanto a procura e a oferta de serviços UAS aumentam exponencialmente na Austrália, nos EUA e em alguns países europeus, onde as culturas são cultivadas como monocultura em grandes propriedades, a adoção da tecnologia UAV no âmbito de sistemas agrícolas de pequena escala e culturas múltiplas nos países africanos continua a ser um desafio. Embora o custo / benefício da tecnologia dos UAV e a disposição dos agricultores africanos a pagar ainda não tenham sido avaliados, os agronegócios de grande escala já adotaram a tecnologia em países como Maurícias, Marrocos, África do Sul e Sudão, entre outros. No contexto das pequenas propriedades, os serviços de UAS provavelmente serão acessíveis aos agricultores que fazem parte de grandes cooperativas cultivando a mesma cultura em áreas contíguas. Este conceito foi implementado com sucesso para a mecanização agrícola no Ruanda, no âmbito do Programa Nacional de Intensificação de Culturas (CIP), onde agricultores sincronizam o cultivo de culturas em terras consolidadas, que são rearranjadas para formar propriedades maiores e mais racionais (Kathiresan, 2011).



Existem provas científicas de que as ações específicas e localizadas tomadas com base nos dados gerados pelo UAS melhoram a produtividade agrícola ou resultam em economias em termos de consumíveis agrícolas. No entanto, a falta de operações de UAS em grande escala em África resulta numa insuficiência de provas científicas que mostram como os benefícios acumulados para um agricultor superariam os custos do UAS. Para resolver esta lacuna, a pesquisa no terreno começou e está partida arrancar em vários países africanos.

Como a indústria de serviços UAS ainda está na infância, no continente africano, existem poucas operadoras licenciadas para prestar serviços no setor agrícola. A África do Sul tem o maior número de provedores de serviços UAS comerciais licenciados. No entanto, o seu número absoluto (14) (Wijnberg, 2017) é baixo comparado com o Reino Unido, onde em 31 de julho de 2017, havia um total de 3.026 operadoras de UAV aprovadas ativas empregando UAVs até 7 kg e / ou UAVs de 7-20 kg (Autoridade da Aviação Civil (Reino Unido), 2017). Consequentemente, o desafio de encontrar um provedor de serviços UAS pode transformar-se em oportunidades para jovens instruídos interessados em desenvolver uma empresa de UAV.

Um UAV equipado com um sensor faz parte da equação. As operações do UAS geram uma enorme quantidade de dados que precisam de espaço de armazenamento adequado e poder de computação para serem processados. Assim, investimentos complementares incluem instalações de armazenamento de dados robustas e grandes, software de análise de dados e alta capacidade de computação para executá-lo e conectividade rápida à Internet - se a análise de dados for realizada na *nuvem* - e fornecimento de energia acessível. Além disso, mais importante, uma força de trabalho qualificada é exigida pela indústria de UAV, cujas competências vão desde o planeamento de itinerários de voo, pilotagem de UAVs, operação de SIG e software de análise de dados, interpretação de dados e orientação agrônoma ou de planeamento espacial.

5.3 Legal e regulamentação

Pequenos UAVs são inconfundivelmente diferentes das aeronaves, mas são consideradas aeronaves de pleno direito na maioria dos países, o que talvez seja o principal desafio que afeta a sua regulamentação. Poucos previram como a indústria de UAV se reinventaria de forma tão dramática e se tornaria tão abrangente em todos os empreendimentos e campos de trabalho (Rambaldi & Guerin, 2017). O número de UASs atualmente a voar na Austrália, na UE e nos EUA está na casa dos milhões, e estudos recentes indicam que eles aumentarão exponencialmente em todo o mundo. De acordo com a PricewaterhouseCoopers (PwC), os UASs transformarão a agricultura numa indústria de alta tecnologia, com decisões baseadas em recolha e processamento de dados em tempo real, resultando num aumento de produtividade (Drone Powered Solutions, 2016). Como uma nova tecnologia, o UAS está evoluindo mais rápido do que as regulamentações destinadas a governar seu uso. Portanto, o desenvolvimento e a atualização sistemática de uma estrutura regulatória adequada para todos são grandes desafios para todas as autoridades responsáveis.

Em África, como exemplificado na seção 4.2, as regulamentações dos UAV ainda estão a ser elaboradas e a presença de regulamentos muito restritivos, ou mesmo incapacitantes, que regem a importação e o uso de UAVs dificultam o desenvolvimento de uma indústria muito promissora, que poderia atrair e empregar jovens instruídos em áreas rurais. Alguns países recorreram à proibição temporária de importação e uso de UASs que aguardam a regulamentação e, consequentemente, os UAVs são confiscados aos viajantes no porto de entrada (Rambaldi & Guerin, 2017). Aqueles que tentam obter uma licença de importação para realizar serviços com UAS têm que lidar com uma variedade de órgãos governamentais, incluindo o Ministério da Agricultura, Indústria Animal e Pesca, Ministério da Administração Interna, Ministério da Defesa, Autoridade de Aviação Civil e outros, sem certeza de obter a licença necessária.

A **África do Sul** tem regulamentos em vigor, mas parece que estes apresentam sérios desafios ao desenvolvimento de uma próspera indústria de serviços UAS. De acordo com um operador de UAS licenciado (Wijnberg L., 2017), a abordagem de “mão pesada” forçou algumas empresas de UAS a operarem fora da estrutura legal ou a operar em países vizinhos, a fim de permanecer no negócio. Na África do Sul, os regulamentos consideram que o uso de um UAS para geração de dados agrícolas significa que os UASs são usados comercialmente e devem ser governados da mesma maneira que os aviões comerciais tripulados. Isso exige que o operador cumpra uma série de etapas importantes, incluindo, entre outras, as seguintes: (i) obtenção de uma licença de piloto remoto; (ii) registrar a aeronave; e (iii) obter uma Licença de Serviço Aéreo do Departamento de Transportes e obter um Certificado de Operador Remoto da Autoridade de Aviação Civil da África do Sul. Uma única pessoa não pode cumprir todos os requisitos, pois eles exigem um número de cargos a serem preenchidos, como gerente de garantia de qualidade, gerente de operações de voo, oficial de segurança, entre outros. O custo total para cumprir os regulamentos excede R500.000 (US \$ 38.700) e leva mais de dois anos para ser concluído. Muitas vezes, algumas licenças, como a ASL, expiram e exigem renovação antes da emissão do ROC. Desde que os regulamentos foram publicados em 2015, apenas 14 empresas foram licenciadas para operar, com uma carteira de mais de 400 pedidos (Wijnberg L., 2017).

A Autoridade de Aviação Civil do **Quênia** anunciou o desenvolvimento de suas regulamentações nacionais que regem o uso de aeronaves pilotadas remotamente em fevereiro de 2017. No momento da redação deste relatório, tais regulamentos ainda precisam ser promulgados e a importação e uso de UAVs são proibidos. Várias agências de desenvolvimento e instituições de pesquisa internacionais interessadas em apoiar a introdução e o uso de UASs no setor agrícola enfrentam um vazio legal e colocaram projetos em espera ou cancelaram fundos alocados.

A Autoridade de Aviação Civil do **Ruanda** decretou regulamentos para UAS em junho de 2016, mas emitiu apenas uma autorização para uma empresa local até o momento.

A Autoridade de Aviação Civil do **Gana** promulgou regulamentos em junho de 2016. Em dezembro de 2016, publicou uma diretiva adicional instruindo todos os operadores ou utilizadores de UAV a obter permissão por escrito das delegações de polícia regionais ou locais antes de operar os UAVs. O ambiente propício favoreceu a indústria e um número de operadores de UAS já opera no setor agrícola.

Na **Nigéria**, em maio de 2016, o governo proibiu o uso não autorizado de UAVs e estipulou diretrizes para operadores de drones na Nigéria. As diretrizes exigem que os operadores de UAV: (i) paguem um depósito inicial não reembolsável de N500.000 (US \$ 1.390) e uma taxa de renovação anual adicional de N100.000 (US \$ 278); (ii) obter um capital social mínimo de N20 milhões (US \$ 55.600; iii) obter credenciação de segurança da Agência Nacional de Segurança; e (iv) apresentar um pedido de autorização para voar pelo menos 6 meses antes do uso pretendido do UAV (Adewopo (2017) Embora difícil e seletiva, essas exigências foram atendidas por várias empresas. A Autoridade de Aviação Civil da Nigéria emitiu seu primeiro certificado de operador de UAV em junho de 2017 (NCAA, 2017) e planeja criar um portal on-line para permitir o registro de todos os utilizadores de UAV no país.

Os casos acima resumidos apontam para uma falta de harmonização dos regulamentos UAV em todos os países africanos. Para resolver esse fenômeno, através dos seus escritórios regionais da África Oriental e Sul, e da África Central e Ocidental, a ICAO organiza grupos de trabalho e eventos para partilhar conhecimento e experiências para permitir uma análise comparativa e a harmonização de requisitos regulatórios, procedimentos e material de orientação sob a orientação de estados selecionados, que já fizeram progressos significativos nessas áreas.

5.4 Social

Os desafios Sociais sobrepõem-se aos desafios tecnológicos e económicos e dizem respeito aos fabricantes e operadores de UAV. Os desafios abrangem uma série de questões, incluindo segurança, direito à privacidade, aquisição de dados, armazenamento e gestão dos mesmos, causando danos ou incómodo a pessoas e animais, danos a propriedades, empregos, etc.

Por exemplo, os UAVs devem ser construídos e operados para serem tão silenciosos quanto possível, projetado para minimizar as emissões, potencialmente incluir tecnologia de deteção e prevenção, e ser recetivo às instruções de delimitação geográfica. Os operadores devem estar cientes dos ecossistemas circundantes e de quaisquer regulamentos para protegê-los. Animais selvagens e domesticados reagem a UAVs que voam nas proximidades e podem ficar assustados e sob stress. Cada vez mais, o uso recreativo de UAVs em parques nacionais é proibido.



Com sua capacidade de capturar secretamente imagens e vídeos de alta resolução, os drones representam novos desafios em relação à privacidade e à proteção de dados. Poucos países africanos têm legislação nacional abrangente sobre privacidade e proteção de dados e armazenamento de informações (Look, 2013). Há também questões válidas de privacidade individual, pois as pessoas podem ser gravadas em lugares ou a fazer algo que desejam manter privadas, seus negócios ou estruturas ilegais podem tornar-se visíveis ou podem simplesmente ficar desconfortáveis ao ser fotografados ou mapeados (Gilman, 2015).

Em termos de emprego, pode-se argumentar que os UAVs poderiam afetar o emprego daqueles encarregados de monitorar recursos naturais, plantações e ativos. A realidade é que há menos pessoas dispostas a participar de tarefas árduas envolvendo patrulhamento, reconhecimento e inspeção de ativos em locais remotos e mal servidos. Por outro lado, há muitos jovens recém-formados cativados por tecnologias inovadoras que estão interessados em participar em atividades relacionadas com UAVs. Quando se trata de implantar UASs para agricultura de precisão, a ligação com as áreas rurais é mais do que óbvia; a adoção generalizada da tecnologia poderia ajudar a reter jovens em áreas rurais para atuar como pilotos de UAV, analistas de dados ou consultores agrônomos. A adoção de UAS pode gerar emprego entre jovens instruídos e criar um ambiente estimulante de alta tecnologia para os empresários agrícolas, estimulando assim os jovens a se empregarem no setor agrícola.

Colisões potenciais de aeronaves, danos pessoais e materiais são percebidas como as principais preocupações de segurança dos órgãos públicos, nacionais e internacionais. Pesquisas significativas estão a ser realizadas para modelar e avaliar esses riscos e, com base nos resultados da pesquisa, para informar o desenvolvimento de regulamentos para garantir que eles sejam adequadamente geridos. Orientar o desenvolvimento de regulamentos de segurança dos UAV é um objetivo da segurança de alto nível. O Grupo Europeu de aconselhamento sobre Sistemas de Aeronaves Pilotadas Remotamente (RPAS) e o Comitê de Consultoria Drone nos EUA são fortes grupos de orientação que influenciaram a aceitação de uma abordagem baseada em risco para a integração dos UAV no sistema de espaço aéreo. O risco aumenta progressivamente com o aumento do peso e tamanho do UAV, a complexidade da operação (por exemplo, período noturno), localização (remoto, urbano, espaço aéreo de alta capacidade) e deve ser equilibrado por uma série de atenuações, caso a caso. A Agência Europeia para a Segurança da Aérea (EASA) utiliza uma abordagem de três níveis para o risco, que, no baixo risco final, começa com a categoria 'aberta' limitada a baixa altitude, longe de multidões e infraestrutura, e abaixo de 25 kg, que inclui a maioria dos UAVs usados na agricultura de precisão. À medida que o risco aumenta, uma avaliação de risco operacional de cada operação deve ser realizada, e isso é avaliado pela NCAA ou por uma entidade qualificada para aprovação sob a categoria "específica". A qualificação mais amplamente adotada do objetivo de segurança de alto nível é equivalente ao desempenho de segurança de Aeronaves Pilotadas Convencionalmente (CPA). Especificamente, os drones devem exibir pelo menos um nível equivalente de segurança para as operações de CPA. Esforços para quantificar o objetivo de segurança são amplamente baseados em dados históricos de acidente de CPA.

Além de desenvolver e promulgar regulamentos de UAV, as NCCAs estão a desenvolver e a divulgar zonas de exclusão de UAVs. As regulamentações nacionais existentes também obrigam os operadores comerciais a garantirem os seus UAVs contra danos pessoais e materiais. Além disso, os fabricantes de UAV estão, cada vez mais, a equipar as aeronaves com tecnologia de prevenção de colisão e sistemas de perímetro virtual (delimitação geográfica, *geo-fencing*). Onde os regulamentos de UAV estão em vigor, os operadores comerciais de UAV são obrigados a ter um seguro de responsabilidade civil de terceiros, cobrindo potenciais danos causados pelos equipamentos aéreos.

Há alguns anos, devido à falta de mercado, a maioria dos corretores de seguros não estava em condições de oferecer tais coberturas; aqueles que ofereciam cobertura pediam prêmios muito altos. Atualmente, várias seguradoras africanas oferecem cobertura de responsabilidade civil de terceiros, seja como produto autónomo ou integrado em outras ofertas. O desafio persiste

em países onde não existem regulamentações ou onde usuários recreativos não assumem as suas responsabilidades e voam drones sem cobertura de seguro adequada. Uma vez que o uso do UAV é legal num país, os governos precisam consciencializar a população de que UAVs superiores a 250 g, por exemplo, podem causar danos como outros veículos e os proprietários devem tomar as precauções adequadas.

Um estudo recente realizado na Tanzânia pela organização sem fins lucrativos FHI360 (Eichleay et al. (2016)) constatou que, em geral, a percepção pública dos drones era bastante positiva. A FHI360 conduziu entrevistas com cidadãos comuns e com vários funcionários do governo, incluindo aqueles que observaram operações de drones e aqueles que não observaram. O estudo forneceu as seguintes conclusões: *“A maioria (78%) das testemunhas não se preocupou com o uso de drones em suas comunidades. Aquelas que expressaram preocupações mencionaram acidentes (22%); segurança, incluindo o uso para bombardeio ou atividades criminosas (20%); e privacidade visual (12%). Um quarto das testemunhas expressou preocupações não específicas”*. Todas as autoridades expressaram algum grau de preocupação. As preocupações mais relatadas estavam relacionadas a custos e regulamentações. Todos os funcionários reconheceram a necessidade de regular e controlar drones que fossem usados na Tanzânia. Como um funcionário do governo declarou: *“Para mim, desde que a razão para voar seja conhecida, então não tenho nenhum problema.”* (Eichleay et al., 2016).

No início de 2016, a Fundação Suíça para Ação Contra Minas (FSD) assumiu uma pesquisa destinada a medir as percepções do uso de UAV na ação humanitária. A pesquisa foi distribuída em inglês, francês e espanhol para profissionais humanitários que trabalham em 61 países. Das 194 respostas recebidas, a maioria veio de ONGs humanitárias (52%), seguidas por doadores (19%) e agências das Nações Unidas (10%). Com base nos resultados, a percepção geral foi favorável ou muito favorável (61%). Profissionais humanitários expressaram confiança de que os UAVs têm o potencial de fortalecer o trabalho humanitário e que os UAVs podem aumentar consideravelmente a velocidade e a qualidade das avaliações das necessidades localizadas. Ainda assim, uma minoria significativa (22%) considerou desfavorável o uso de drones no trabalho humanitário. É importante ressaltar que apenas aproximadamente um em cada dez entrevistados tinha experiência real com drones em situações humanitárias. As razões citadas para uma percepção negativa encaixam em três categorias gerais: preocupações de que a tecnologia crie distância entre beneficiários e trabalhadores humanitários; a associação potencial com aplicações militares; e a falta de valor acrescentado pelo uso de drones (Soesilo & Bergtora Sandvik, 2016).

A avaliação de risco é um dos muitos fatores que influenciam a aceitação pública de uma tecnologia. No contexto dos UAVs, as questões mais amplas de privacidade, segurança, responsabilidade e ética associadas ao seu uso provavelmente influenciarão a ampla aceitação da tecnologia. Numa sociedade cada vez mais consciente dos riscos, há uma necessidade de compreender melhor as percepções e preocupações do público em relação às tecnologias emergentes, antes de sua adoção generalizada. Há, portanto, a necessidade de fazer o seguinte: (a) conduzir pesquisas de percepção adicionais; (b) procurar apoio de agências de desenvolvimento para a implementação da tecnologia; e (c) endereçar os média sociais e coordenar estreitamente com a mídia tradicionais, pois esses canais acabarão por influenciar a percepção pública.

A aceitação social da tecnologia de UAV pode ser melhorada se os benefícios decorrentes da implantação da tecnologia forem além da agricultura de precisão. Um caso em questão é o uso de UAV de carga para fornecer mantimentos médicos e amostras de sangue, como já ocorre em Madagáscar, Ruanda e Tanzânia. Neste contexto, investidores liderados pela Fundação Norman Foster planejam desenvolver um porto de drones no Ruanda, que estaria em condições de apoiar rotas de drones de carga capazes de fornecer medicamentos urgentes a áreas remotas em grande escala.

Oportunidades para o avanço rápido

6.1 Parcerias público-privadas

O uso de drones para agricultura de precisão tem sido impulsionado principalmente por fabricantes de drones, incluindo Precision Hawk, AgEagle, Sentera, Agribotix, senseFly, DJI e Parrot, entre outros, e empresas que oferecem plataformas de análise de dados ou software (AIRINOV, DroneDeploy, Pix4D, Agisoft, etc.), em conjunto com muitas instituições terciárias e institutos de pesquisa agrícola. Os drones são frequentemente saudados como tecnologias transformadoras e as parcerias público-privadas (PPPs) podem representar uma via para abordar alguns dos desafios associados à introdução e aprimoramento da tecnologia UAV nos países africanos. A parceria do governo do Ruanda com a Zipline é um bom exemplo de PPP (ver secção 3.1.6.1). Os drones e outras tecnologias emergentes só têm um futuro viável se houver mercado para eles. Se não há mercado para uma tecnologia, então as empresas não têm um incentivo para as desenvolver ou vender.

6.2 Investigação e desenvolvimento

O foco da Investigação e Desenvolvimento (I&D) tem sido em áreas como saúde de culturas e melhoria de produtividade, avaliação de danos, gestão de irrigação, monitorização de rebanhos e tecnologia de aplicação variável de consumíveis. Essas áreas de pesquisa estão intimamente relacionadas com as necessidades dos agricultores no contexto dos sistemas agrícolas locais. No entanto, existem especificidades locais dos agricultores africanos, tais como pequenas propriedades per capita, culturas heterogêneas e questões de posse da terra, e a diversidade de sistemas agrícolas. É por isso necessário realizar atividades de I&D para avaliar quais as intervenções adequadas e qual a tecnologia UAV é rentável do ponto de vista dos pequenos produtores. A relutância dos agricultores em adotar rapidamente a inovação é conhecida e, em certa medida, justificada.

Uma pesquisa completa deve ser realizada para avaliar até que ponto os UAS podem ser um catalisador na adoção e aprimoramento da agricultura de precisão e intensificação de culturas, especialmente no contexto da agricultura familiar. A adoção de UAV também dependerá de pelo menos um retorno marginal sobre o investimento para agricultores e operadores de UAV. A microeconomia dessa tecnologia em relação a I&D precisará ser bem entendida e documentada. Além disso, a integração de I&D em tecnologia UAV e estruturas cooperativas de governança local existentes deve ser devidamente examinada como modelo para a introdução e sustentabilidade da tecnologia.

6.3 Capacitação e o surgimento de novas empresas

Quando se trata de agricultura de precisão, os agricultores muitas vezes não precisam dados brutos, mas informações acionáveis para apoiar seus processos de tomada de decisão. Neste contexto, o surgimento de intermediários de tecnologia que podem fornecer serviços de consultoria baseados em UAS é fundamental e é, ao mesmo tempo, benéfico em termos de criação de empregos para jovens instruídos em áreas rurais. A capacitação de pilotos de UAV e a incorporação de especialistas em detecção remota, e agrónomos de SIG oferecerão equipes ideais para a prestação de serviços de UAV de qualidade.

6.4 Propriedade intelectual

As estruturas de propriedade intelectual (IP) precisam de ser reforçadas em África. Estruturas frágeis de proteção de IP e consciência limitada de sobre propriedade intelectual IP, torna a inovação africana suscetível ao “sequestro” por parte de atores globais. Embora nenhum caso específico de IP tenha sido documentado na tecnologia UAV, há relatos de jovens inovadores que foram enganados e não beneficiaram das suas invenções / inovações. A responsabilidade legal pelo uso de drones pode recair sobre o inventor, o controlador ou o detentor da propriedade intelectual. Como tal, deve haver controlo sobre quem pode criar, possuir ou usar um drone, uma vez que qualquer infração decretada pelo ou através do drone será atribuível a um deles.

Os drones também estão sujeitos a “*trolls* de patentes” que compram patentes com a intenção de defraudar entidades que tenham interesses legais e legítimos na tecnologia. Com os drones, os “*trolls* de patentes” podem desviar-se do uso pretendido de um detentor de patente e permitir que a tecnologia seja usada de maneira abusiva ou maliciosa. Com o surgimento desta nova indústria de UAV e a probabilidade do desenvolvimento de soluções de consultoria específicas para culturas que poderão ter relevância global, os governos devem aproveitar a oportunidade para fortalecer as estruturas nacionais de propriedade intelectual e legislação relacionada.

6.5 Maior interesse demonstrado pelas agências de desenvolvimento

Aumento do interesse de organismos internacionais e agências de desenvolvimento em testar e apoiar a adoção da tecnologia UAV.

Como afirmado anteriormente, a CE considera: “As tecnologias Drone são uma oportunidade única para a economia europeia gerar crescimento e prosperidade adicionais: elas abrem as portas para novos mercados para serviços inovadores com imenso potencial” (EC, 2016). O Banco Mundial tem apoiado a adoção da tecnologia drone para abordar a redução do risco de desastres em alguns países (por exemplo, Tanzânia). A USAID tem testado o uso de drones piloto na agricultura em Moçambique e no Ruanda. No Ruanda, por exemplo, a USAID fez uma parceria com a AgriLift para pilotar a tecnologia de monitorização de culturas baseada em drones. O drone capta imagens aéreas de culturas em intervalos específicos. As imagens são então analisadas com um modelo de computador de crescimento de plantas, de código aberto, que foi desenvolvido especificamente para fazendas de batata. A tecnologia de drones pode identificar a maturidade ideal de plantas de batata para agricultores e também pode detetar culturas deficientes ou doentes de nutrientes.

O Programa Alimentar Mundial das Nações Unidas (WFP) e o governo da Bélgica lançaram uma iniciativa para explorar o uso de UAV em emergências humanitárias (PAM, 2017). O Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) testou o uso de drones no Malawi e sugere que “Esta tecnologia tem potencial para se estender não apenas à saúde, mas também à agricultura, emergências e outras necessidades humanitárias” (UNICEF, 2016). A Fundação Rockefeller e o Centro Técnico de Cooperação Agrícola e Rural ACP-UE (CTA) apoiam start-ups de UAVs humanitários e agrícolas, respetivamente.

6.6 Redução de custos de tecnologia

Como com computadores, smartphones e outros dispositivos tecnológicos, os preços dos UAVs e equipamentos auxiliares, como sensores, vêm diminuindo progressivamente, enquanto o seu desempenho, como autonomia de voo, capacidade de manobra e flexibilidade e poder de programação etc., tem aumentado.

6.7 Forte procura por informações úteis em tempo útil

Embora não seja provável que os UAVs substituam inteiramente aeronaves tripuladas ou sistemas de observação terrestre via satélite, eles têm várias vantagens relativamente a dispositivos mais tradicionais de monitorização remota. Os UAVs podem recolher imagens de altíssima resolução (até alguns cm² por pixel) abaixo do nível da nuvem, o que oferece muito mais detalhes do que as imagens de satélite normalmente disponíveis para os utilizadores em países em desenvolvimento.

Os UAVs são relativamente fáceis de usar, já que a maioria das missões de mapeamento e recolha de dados pode ser programada, o que significa que a aeronave voa de acordo com um caminho pré-programado e a uma altitude definida. Em comparação com os satélites, que cobrem uma determinada porção da Terra em intervalos regulares, os UAVs podem voar a qualquer momento, desde que as condições climáticas sejam favoráveis (sem chuva ou ventos fortes) e as regulamentações nacionais sejam cumpridas. Empresas privadas em diversos setores de atividade estão a considerar cada vez mais a tecnologia e os serviços baseados em UAV como oportunidades para antecipar e mitigar riscos operacionais e aceder a informações acionáveis num intervalo de tempo muito curto, em contraste com o acesso a conjuntos de dados comparáveis de fontes convencionais.

6.8 Ampla acessibilidade à qualidade gratuita imagens de satélite

Imagens de satélite, de alta resolução, atualizadas são necessárias para a preparação de operações de UAV eficientes, como planeamento de voo, determinação de alcance de voo ou configuração de elevação mínima. Esses tipos de dados estão disponíveis na maior parte do continente africano, gratuitamente, e representam um ambiente favorável para a implementação da tecnologia. Em comparação, na Europa Oriental, por exemplo, às vezes é difícil aceder a dados de monitorização remota de qualidade.

6.9 Monitorização e vigilância dos recursos naturais

Com a procura cada vez maior dos recursos naturais de África, a capacidade de monitorizar de perto e obter informações precisas e oportunas é essencial. Até agora, as técnicas de agricultura de precisão só eram acessíveis a agricultores ocidentais de grande escala, em que as economias de escala justificavam o investimento naquilo que costumava ser hardware e / ou serviços dispendiosos. A redução no custo, tamanho e complexidade dos modernos UAVs e sensores associados significa que os agricultores africanos podem saltar de métodos mais tradicionais de agricultura para agricultura de precisão ultramoderna (Mbonyinshuti, 2016).

6.10 Soluções fáceis de implementar para alcançar áreas de difícil acesso

As áreas rurais em muitos países africanos são de difícil acesso devido à infraestrutura rodoviária deficiente ou inexistente. Áreas que sofreram, ou sofrem, do impacto de conflitos ou desastres naturais enfrentam ainda piores restrições de acesso. A tecnologia Drone oferece a oportunidade de alcançar essas áreas e fornecer uma gama selecionada de serviços, como a entrega de pequenas quantidades de mercadorias (por exemplo, suprimentos médicos) ou para inspecionar e avaliar infraestruturas atingidas por desastres.

Conclusão

Os drones para agricultura de precisão podem ser vistos como uma abordagem intensiva de alta tecnologia, mas há aspetos da agricultura de precisão que já são usados em África, incluindo informações baseadas em localização sobre solos e uso de tecnologia de aplicação variável de consumíveis. A tecnologia UAS tem o potencial de ajudar os agricultores a maximizar os seus recursos e fornecer dados ricos, oportunos, granulares e detalhados. O aproveitamento da agricultura de precisão com o uso de drones no contexto de fazendas de grande e médio porte, bem como empreendimentos cooperativos, provavelmente resultará em aumento da produtividade agrícola e retorno de investimento, além de melhor sustentabilidade ambiental.

No contexto das pequenas propriedades, os serviços da UAS provavelmente serão acessíveis aos agricultores que fazem parte de grandes cooperativas cultivando a mesma cultura em áreas contíguas. Este conceito foi implementado com sucesso para a mecanização agrícola no Ruanda no âmbito do Programa de Intensificação de Culturas (CIP), onde os agricultores sincronizam o cultivo em terrenos que são consolidados e rearranjados para formar propriedades maiores e mais racionais. Em linha com as economias de escala, à medida que os serviços da UAS se tornam mais baratos, maiores são as áreas-alvo. Assim, os mais prováveis utilizadores de UAS serão grandes associações ou cooperativas de agricultores, empresas agrícolas contratadas e quintas e agronegócios de médio e grande porte.

Impulsionada pela procura crescente, a tecnologia drone está a expandir-se em progressão exponencial no Ocidente e a agricultura é um dos principais setores económicos a beneficiar da sua utilização. África não deve ficar para trás. Portanto, através de um processo consultivo, os estados membros da UA precisam de desenvolver e promulgar estruturas regulatórias nacionais de UAV, que garantam a segurança, encorajem a inovação e não restrinjam o surgimento de fornecedores de serviços agrícolas UAS ou desincentivem o investimento do setor privado na indústria.

O levantamento topográfico, suportado por UAVs, pode ajudar a resolver problemas de administração da terra, especialmente para pequenos proprietários rurais e situações informais de posse de terrenos. Direitos de terra mais claros também resultarão em melhor acesso ao crédito e segurança financeira. Num cenário urbano, rastreamentos com UAS podem levar à produção de imagens e mapas de alta resolução, o que pode ajudar os gestores e administradores urbanos a melhorar o planeamento, a infraestrutura e enfrentar riscos de calamidades naturais (por exemplo, inundações).

O processo de desenvolvimento económico é complexo e não-linear. Este processo é ainda mais complicado pelo facto de muitas inovações e desenvolvimentos, devido à sua natureza de aumento de produtividade, resultarem na redução da necessidade de mão-de-obra pouco qualificada. Em África, onde a grande maioria dos países conta para um grande número de jovens e adultos desempregados, esses desenvolvimentos devem ser acompanhados por outras atividades sociais, económicas e educacionais. A África precisa de uma força de trabalho qualificada capaz de gerir a infraestrutura de dados necessária para armazenar, manipular e trocar os dados criados. África precisa de pilotos de UAV, analistas de dados, investigadores, agrónomos, especialistas de planeamento urbano, altamente qualificados para poder utilizar a informação. África precisa de um ambiente que incentive o investimento em tecnologias inovadoras e revolucionárias. Isso só pode ser alcançado quando todas as partes interessadas se reunirem para criar um ambiente regulatório com estruturas de governação eficazes.

Recomendações

Com o atual estatuto da tecnologia drone e as oportunidades que esta oferece na exploração e monitorização de colheitas, avaliações de volume de culturas, inventário, pulverização de precisão e avaliação de danos às colheitas, etc., África deverá aumentar sua produtividade agrícola na próxima década.

As principais áreas a serem consideradas no aperfeiçoamento da tecnologia e na realização de seu potencial incluem capacitação, suporte de infraestrutura, fortalecimento do enquadramento regulatório, I&D e interesse das partes interessadas. A este respeito, o painel africano de alto nível sobre tecnologias emergentes recomenda o seguinte:

Ao nível nacional

- Avaliar o custo de oportunidade da tecnologia UAV, incluindo fatores externos e equilibrá-lo com os resultados esperados, como segurança alimentar, melhoria da saúde e o potencial de drones para tornar a agricultura atraente para os jovens.
- Garantir que as partes interessadas se envolvam em todos os aspetos relacionados à introdução da tecnologia UAV, para que a resistência potencial seja entendida e tratada sistematicamente.
- Conscientização pública em torno de UASs e das suas aplicações civis para distinguir claramente entre usos civis e militares e, assim, melhorar a aceitação pública. As preocupações com segurança e privacidade precisam de ser tratadas como parte desse processo.
- Abordar os custos e as barreiras técnicas à adoção, por meio de subsídios, de pequenas e médias empresas licenciadas, ou cooperativas e construir uma estrutura de apoio à governança e regulamentação de drones para facilitar a adoção (incluindo licenciamento e registo).
- Encorajar e apoiar parcerias público-privadas para a adoção da tecnologia UAV.
- Assegurar que as regulamentações nacionais apropriadas de UAV sejam implementadas. Uma regulamentação adequada deve encontrar um equilíbrio entre, por um lado, as preocupações concorrentes em matéria de segurança pública e, por outro, a necessidade de incentivar a inovação, o desenvolvimento económico e o empreendedorismo dos jovens. Neste contexto, encorajar as Autoridades Nacionais de Aviação Civil a estabelecer marcos regulatórios para que a tecnologia de UAV seja implantada e ampliada para atender à agricultura de precisão.
- Alocar recursos para Investigação e Desenvolvimento (custo e benefícios) e capacitação para construir massa crítica em todos os aspetos da tecnologia de drones - pilotos licenciados, cientistas, reguladores, etc.

- No contexto de pequenos agricultores, suportar a intensificação de cultivos via estímulos ao plantio das mesmas colheitas simultaneamente em áreas contíguas para formar propriedades maiores e mais racionais, que poderiam colher os benefícios do UAV tecnologia para agricultura de precisão.

Ao nível continental

- Desenvolver uma estrutura regulatória continental para o uso de UAVs em África e harmonizar políticas entre países e regiões (comunidades económicas regionais).
- Melhorar as colaborações Sul-Sul, triangulares e regionais, parcerias, redes e trocas de conhecimento para facilitar o aperfeiçoamento e o uso da tecnologia drone.



Bibliografia

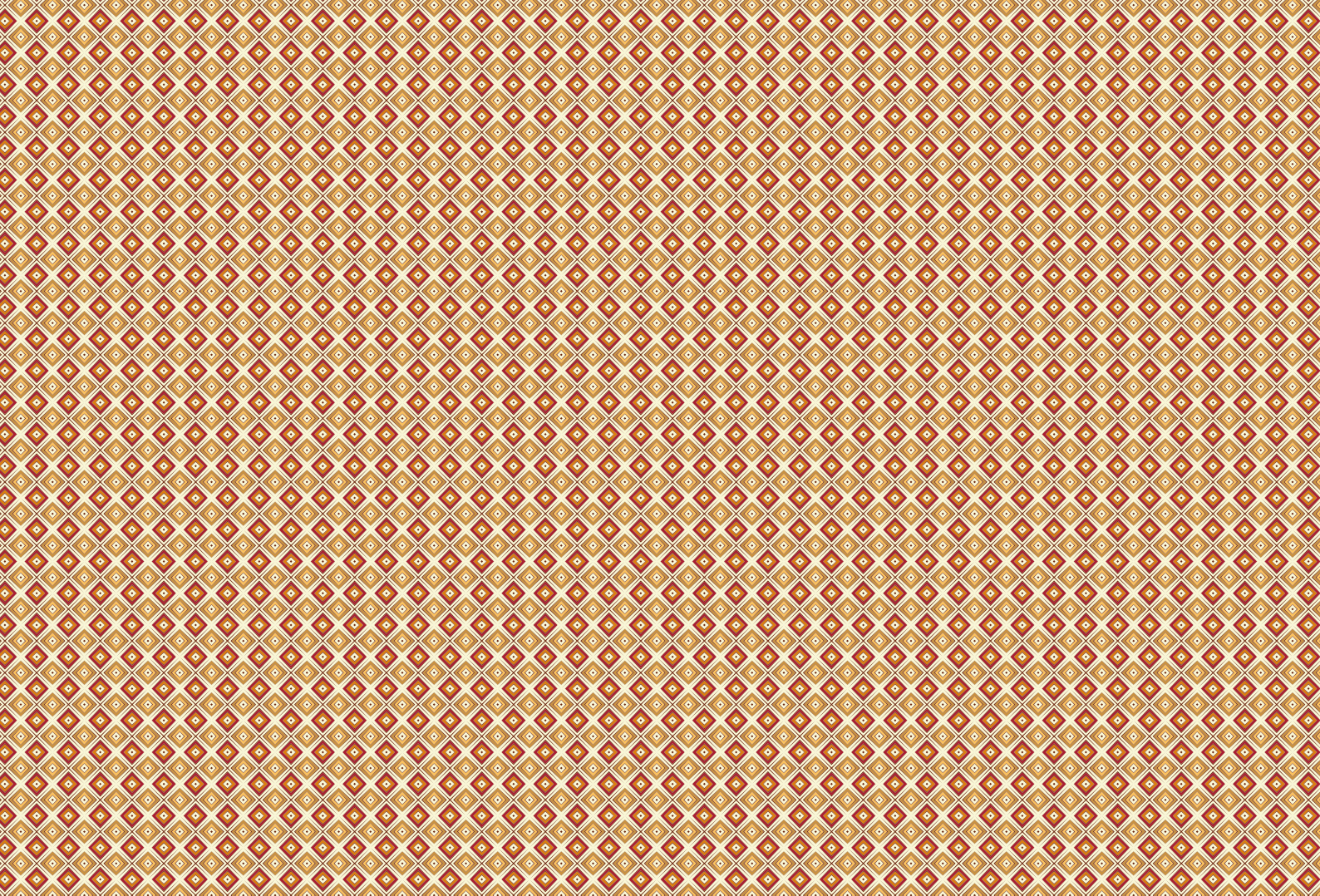
- Adewopo, J. (2017, August 31). *Regulations and realities in Nigeria's UAV airspace*. Retrieved from CTA Corporate: <https://goo.gl/onfRQB>
- Afrotech. (2016, April 12). *Redline*. Retrieved March 7, 2017, from EPFL: <https://afrotech.epfl.ch/page-115280-en.html>
- Ajewole, P., Elegbeleye, K., & Oladipo, I. (2016). *The Prospects of Precision Agriculture in Nigeria*. Department of Agricultural Engineering.
- Atherton. (2016, March). *Spanish Drone will Drop Insects over Ethiopia to Fight Disease*. Retrieved from Popular Science: <https://goo.gl/3N6UI2>
- Avila-Robinson, A., & Miyazaki, K. (2011). Conceptualization and operationalization of emerging technologies: a complementing approach. *PICMET'11, Technology Management in the Energy Smart World (PICMET)*, pp. 1-12.
- Belton, P. (2015, January 16). *Game of drones: As prices plummet drones are taking off*. Retrieved March 10, 2017, from BBC News: <http://www.bbc.com/news/business-30820399>
- Blein, R., & Bwalya, M. (2013). *Agriculture in Africa: Transformation and outlook*. New Partnership for African Development (NEPAD).
- Bramley, R. (2009). Lessons from nearly 20 years of Precision Agriculture research, development, and adoption as a guide to its appropriate application. *Crop and Pasture Science*, 60, 197-217.
- Civil Aviation Authority (UK). (2017, July 14). *Small Unmanned Aircraft (SUA) operators holding a valid CAA permission*. Retrieved July 30, 2017, from <https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/20170714RptUAVcurrent.pdf>
- Clothier, R., Greer, D., & Greer, D. (2015). Risk, Perception and the Public Acceptance of Drones. *Risk Analysis*.
- Cozzens, S., Gatchair, J., Kang, K., King, H., Lee, G., Ordóñez, A., & Porter, A. (2010). Emerging technologies: quantitative identification and measurement. *Technol. Anal. Strateg. Manag.*, pp. 361-376.
- de Klerk, M., Droogers, P., Simons, G., & van Til, J. (2016). *Change in Water Productivity as a Result of ThirdEye Services in Mozambique. Report 157*. Wageningen: FutureWater.
- DJI. (2016). *DJI GO App Now Includes GEO Geofencing System*. Retrieved July 21, 2017, from <https://goo.gl/gDoF1x>
- Drone Powered Solutions. (2016). *Clarity from above*. PwC global report on the commercial applications of drone technology. Warsaw: PWC.
- EADM. (2017). *EAC to Hold Regional Conference on Drone Operations Regulations*. East African Diaspora Market Watch. Retrieved from <http://eadm.news/39-carousel/big/279-eac-to-hold-regional-conference-on-drone-operations-regulations>
- EASA. (2017). *Civil drones (Unmanned aircraft)*. Retrieved from European Aviation Safety Agency (EASA): <https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/civil-drones-rpas>

- EC. (2016, November 23). *Drones: Commissioner Bulc presents plans for the creation of a European drone services market*. Retrieved from Directorate General for Mobility and Transport: <https://goo.gl/Dgd3EG>
- Efron, S. (2015). *The Use of Unmanned Aerial Systems for Agriculture in Africa: Can It Fly?* Santa Monica: RAND Corporation. Retrieved from https://www.rand.org/pubs/rgs_dissertations/RGSD359.html
- Eichleay, Mercer, Murashani, & Evens. (2016). *Using Unmanned Aerial Vehicles for Development: Perspectives from Citizens and Government Officials in Tanzania*. FHI360.
- Estes, C., Hinton, D., Robinson, D., & Lane, E. (2015). *Aerial Systems, Governance*. NASIO.
- FAO/IAEA. (2016). *Drones for Good 2016: FAO/IAEA's ROMEO system for aerial release of sterile male mosquitoes*. Retrieved from Joined FAO/IAEA Programme: <https://goo.gl/JFBASD>
- Forni, A. A., & Rob, v. (2017, 2 9). *Gartner Says Almost 3 Million Personal and Commercial Drones Will Be Shipped in 2017*. Retrieved from Gartner: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3602317>
- FSD. (2017). *Global Drone Regulations Database*. Retrieved April 8, 2017, from Drone Regulations Info: <https://www.droneregulations.info>
- FSD. (n.d.). *Global Drone Regulations Database*. Retrieved April 8, 2017, from Drone Regulations Info: <https://www.droneregulations.info>
- Garg, R. (2016, April). Insuring Indian farmers more effectively. *ICT Update*, p. 12.
- Gassner, A., & Sinclair, F. (2013). *Precision Agriculture for Sustainability and Environmental Protection*. Routledge.
- Gebbers, R., & Adamchuk, V. (2010). Precision agriculture and food security. *Science*, 327, 828-831.
- Gilman, D. (2015). *Unmanned Aerial Vehicles in Humanitarian Response*. Policy Development and Studies Branch, United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA).
- Goddard, T., Lachapelle, G., Cannon, M., Penney, D., & McKenzie, R. (1995). The potential of GPS and GIS in precision agriculture. *Proc. Geomatique V: "La Route De L'Innovation"*. Montreal, P.Q., Canada.
- Godwin, R., Wood, G., Taylor, J., Knight, S., & Welsh, J. (2003). Precision farming of cereal crops: a review of a six year experiment to develop management guidelines. *Biosystems Engineering*, 84, 375-391.
- Grand View Research. (2016). *Commercial Drone Market Analysis By Product (Fixed Wing, Rotary Blade, Nano, Hybrid), By Application (Agriculture, Energy, Government, Media & Entertainment) And Segment Forecasts To 2022*. Grand View Research.
- Greenwood, S. (2016, April). Drones on the Horizon: new frontier in agricultural innovation. *ICT Update*, pp. 2-3.
- Hardy, A., Makame, M., Cross, D., Majambere, S., & Msellem, M. (2017). Using low-cost drones to map malaria vector habitats. *Parasites & Vectors*.
- Harris, K. (2015, September 16). *Proposals for Droneport project launched to save lives and build economies*. Retrieved March 02, 2017, from Foster + Partners: <https://goo.gl/GrbmHC>
- Hendriks, J. (2011). *An analysis of precision agriculture in the South African summer grain producing areas*. North-West University, South Africa.
- Hogan, S., Kelly, M., Stark, B., & Chen, Y. (2017). Unmanned aerial systems for agriculture and natural resources. *California Agriculture*, 5-14.

- ICAO. (2017, March). *Safety*. Retrieved from ICAO: <https://goo.gl/XlhMIN>
- Jeanneret, C. (2016, April). Making sense of drone regulations. *ICT Update*, pp. 22-23.
- Jeanneret, C., & Rambaldi, G. (2016). *Drone governance: a scan of policies, laws and regulations governing the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in 79 countries*. Waheningen: CTA.
- Kathiresan, A. (2011). *Strategies for Sustainable Crop Intensification in Rwanda. Shifting focus from producing enough to producing surplus*. Kigali: MINAGRI.
- Leone, A., Wright, G., & Corves, C. (1995). The application of satellite remote sensing for soil studies in upland areas of Southern Italy. *Int. J. Remote Sensing*, 16, 1087-1105.
- Look, A. (2013, December 20). *Civilian Drones Raise Hopes, Questions in Africa*. Retrieved from VOANews: <https://goo.gl/9Aa0Eo>
- Makoye, K. (2016, September 8). *Tanzania turns to drones to bring peace in bitter fight for land*. Retrieved from Reuters: <https://goo.gl/E2IQMw>
- Mbonyinshuti, J. d. (2016, December 8). *Drone to monitor crops in Northern Province*. Retrieved March 25, 2017, from The New Times: <https://goo.gl/5d0fka>
- McGoogan, C. (2016, July 22). *Facebook's solar-powered internet drone takes maiden flight*. Retrieved March 11, 2017, from The Telegraph: <https://goo.gl/QV9nji>
- Mulero-Pázmány, M., Stolper, R., van Essen, L., Negro, J., & Sassen, T. (2014). *Remotely Piloted Aircraft Systems as a Rhinoceros Anti-Poaching Tool in Africa*. PLoS ONE.
- NCAA. (2017, June 22). *NCAA issues first RPAS/ Drones operator certificate to Oando*. Retrieved from Nigerian Civil Aviation Authority (NCAA): <http://www.ncaa.gov.ng/ncaa-issues-first-rpas-drones-operator-certificate-to-oando/>
- Nkala, O. (2014, September 10). *Namibia deploys UAVs for anti-poaching operations*. Retrieved from DefenseWeb: http://www.defencweb.co.za/index.php?option=com_content&view=article&id=36222:namibia-deploys-uavs-for-anti-poaching-operations&catid=35:Aerospace&Itemid=107
- NUWER, R. (2017, March 13). *High Above, Drones Keep Watchful Eyes on Wildlife in Africa*. Retrieved from The New York Times: https://www.nytimes.com/2017/03/13/science/drones-africa-poachers-wildlife.html?hp&action=click&pgtype=Homepage&clickSource=wide-thumb&module=mini-moth®ion=top-stories-below&WT.nav=top-stories-below&_r=2
- Nwili, F. (2016, 06 10). *Amid Allegations Of IP Theft By Corporations, Local Kenyan Innovators React*. Retrieved from Intellectual Property Watch: <https://www.ip-watch.org/2016/06/10/amid-allegations-of-ip-theft-by-corporations-local-kenyan-innovators-react/>
- Orellana, J., Best, S., & Claret, M. (2006). *Sistemas de Información Geográfica (SIG). AGRICULTURA DE PRECISIÓN: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable*.
- PrecisionHawk. (2016, May 26). *Munich Re Selects PrecisionHawk to Improve Post-Catastrophe Assessment Using Drone Technology*. Retrieved from PR Newswire: <https://goo.gl/sGVsnl>
- PricewaterhouseCoopers. (2016). *Global Market for Commercial Applications of Drone Technology Valued at over \$127 bn*. Retrieved from PCW: <https://goo.gl/Gaz09L>
- Ramani Huria. (2016). *Community Mapping For Flood Resilience and Development*. Retrieved from <http://ramanihuria.org/>

- Rambaldi, G., & Guerin, D. (2017). Regulations and Good Practice in the use of UAVs. *E-Agriculture in Action*.
- Robert, P. (2002). Precision agriculture: a challenge for crop nutrition management. *Plant and Soil*, 247, pp. 143-149.
- Rosen, W. J. (2017). Zipline's Ambitious Medical Drone Delivery in Africa.
- Rwanda Biomedical Center. (2016, October 14). Retrieved from Rwanda Biomedical Cente: http://www.rbc.gov.rw/IMG/pdf/press_release_medical_drones_deliveries.pdf
- Rwanda Biomedical Center. (2016, October 14). Retrieved from Rwanda Biomedical Cente: http://www.rbc.gov.rw/IMG/pdf/press_release_medical_drones_deliveries.pdf
- Soesilo, D. (2015). *Obtaining High-Resolution Imagery to Map and Model Flood Risks in Dar es Salaam*. FSD.
- Soesilo, D., & Bergtora Sandvik, K. (2016). *Drones in Humanitarian Action – A survey on perceptions and applications*. Geneva: SFD.
- Soesilo, D., Meier, P., Lessard-Fontaine, A., Du Plessis, J., Stuhlberger, C., & Fabbroni, V. (2016). *Drones in Humanitarian Action*. Retrieved from Drones for Humanitarian and Environmental Applications: <https://goo.gl/aDtZ4p>
- Soesilo, Meier, Lessard-Fontaine, Plessis, D., & Stuhlberger. (2016). *Drones for Humanitarian and Environmental Applications: A guide to the use of airborne systems in humanitarian crises*. Geneva: FSD.
- Sweeney, S. (2015). *View from Above: Using Drones to Help Support Conservation in Tchimpounga*. Retrieved from Jane Goodall's Good for All News: <http://news.janegoodall.org/2015/11/16/view-from-above-using-drones-to-help-support-conservation-in-tchimpounga/>
- Talebpour, B., Türker, U., & Yegül, U. (2015). The Role of Precision Agriculture in Promotion of Food Security. *International Journal of Agricultural and Food Research*, 4, 1-23.
- Thompson, W., & Robert, P. (1994). Valuation of mapping strategies for variable rate applications. *Proc. Site-Specific Management for Agricultural Systems* (pp. 303-323). Minneapolis: ASA-CSSA-SSSA.
- UAV Insider. (2013, August 15). Retrieved March 20, 2017, from UAV Insider | Unmanned Aerial Vehicle Drone News for Civil Industry: <https://goo.gl/8VoVqS>
- UAViators. (2017, March). *Humanitarian UAV Code of Conduct & Guidelines*. Retrieved from <https://goo.gl/ubekSR>
- UNDP Equator Initiative. (2015). *South Central People's Development Association, 2015 Winner of the Equator Prize*. Retrieved from <https://goo.gl/TyYvXy>
- UNICEF. (2016, July 27). *From killing machines to agents of hope: the future of drones in Africa*. Retrieved from UNICEF stories: <https://goo.gl/r90yMR>
- UNICEF. (2016, December 15). *The Government of Malawi and UNICEF announce first humanitarian drone testing corridor in Africa*. Retrieved March 09, 2017, from UNICEF Press Centre: https://www.unicef.org/media/media_94184.html
- Vermeulen, C., Lejeune, P., Lisein, J., Sawadogo, P., & Bouché, P. (2013). Unmanned Aerial Survey of Elephants.
- Volkman, W. (2017). *Small Unmanned Aerial System mapping versus Conventional methods: Case studies on farmland surveying*. Wageningen: CTA.
- Warner, B. (2013, march 6). *What Africa Can Teach Us About the Future of Banking*. Retrieved March 3, 2017, from Bloomberg: <https://goo.gl/OiU1TP>

- Wijnberg. (2017, September 7). *Are South African regulations stifling the drone-based agri-service industry, a potential game-changer for agriculture?* Retrieved from CTA Corporate: <https://goo.gl/iaYp3>
- Wijnberg, L. (2017, July 22). CEO, 3DroneMapping.
- World Food Programme. (2017, February 3). *WFP And Belgium Start Efforts To Deploy Drones In Humanitarian Emergencies*. Retrieved from World Food Programme, News: <https://goo.gl/9bTmJj>
- Yao, H., & Wu, Y. (2011). *A Research about the Application of Information Technology in the Precision Agriculture: Taking the Operating System of Shanghai Agriculture Economy as an Example*. Springer.
- Yingqun, A. W. (2016, 11 18). *Drones Take Off*. Retrieved from China Daily Africa: http://africa.chinadaily.com.cn/weekly/2016-11/18/content_27415901.htm
- Zanzibar Commision for Lands. (2017). Retrieved March 25, 2017, from Zanzibar Mapping Initiative: <http://www.zanzibarmapping.com/>
- Zarco-Tejada. (2014). *Precision Agriculture: An Opportunity for EU Farmers-Potential Support with the CAP 2014-2020*. Joint Research Centre (JRC) of the European Commission.



NEPAD

230, 15th Road, Randjespark

Midrand, Gauteng

South Africa

Telephone +27 (0) 11 256 3600

www.nepad.org

**African
Union**

