

KP21

Ferramenta de Conhecimento 21



CCARDESA
Centre for Coordination of Agricultural Research and Development for Southern Africa

FERRAMENTA DE DECISÃO: Opções Climaticamente Inteligentes de Aplicação de Fertilizantes

AGRICULTURA CLIMATICAMENTE INTELIGENTE

FERRAMENTAS DE CONHECIMENTO PARA EXTENSIONISTAS

Ferramentas de Informação Personalizadas para Profissionais do Sector Agrícola

Público-alvo: Extensionistas a Nível Local (Governo, ONGs/Sociedade Civil, Sector Privado)



Milho



Sorgo



Arroz



Ponto de
Decisão



Género



Juventude



Climaticamente
Inteligente



Prática



IITA, 2015



O QUE É A AGRICULTURA CLIMATICAMENTE INTELIGENTE (ACI)?

A ACI é composta por três pilares interdependentes, que devem ser abordados para alcançar os objectivos globais da segurança alimentar e desenvolvimento sustentável:

- 1. Produtividade:** Aumentar sustentavelmente a produtividade e os rendimentos provenientes da agricultura, sem causar impactos ambientais negativos.
- 2. Adaptação/Resiliência:** Reduzir a exposição dos agricultores a riscos a curto prazo, enquanto desenvolver a capacidade para se adaptar e prosperar em face de choques e tensões a mais longo prazo (resiliência). Atenção é dada à protecção dos serviços dos ecossistemas, mantendo a produtividade e nossa capacidade de adaptar às alterações climáticas.
- 3. Mitigação:** Sempre que possível, a ACI deve ajudar a reduzir e / ou eliminar emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Isto implica que reduzimos as emissões para cada unidade de produto agrícola (por exemplo, através de reduzir o uso de combustíveis fósseis, melhorar a produtividade agrícola e aumentar a cobertura vegetal).

ACI = Agricultura Sustentável + Resiliência - Emissões

Como é que a ACI é diferente?

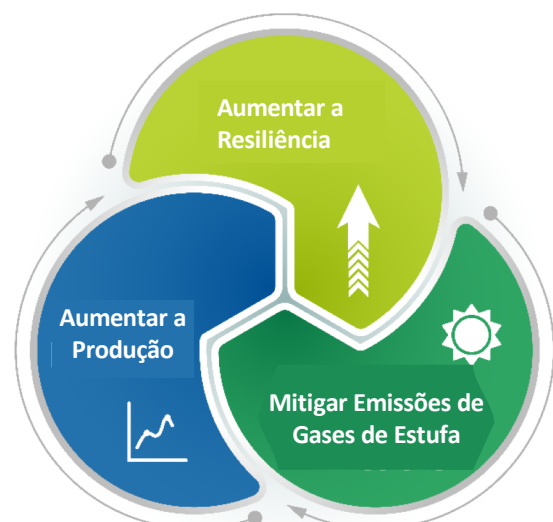
1. A ACI coloca uma maior ênfase nas **avaliações de risco e vulnerabilidade** e na **previsão meteorológica** (curto prazo) e a **modelização de cenários climáticos** (longo prazo) no processo de decisão para novas intervenções agrícolas
2. A ACI promove a **intensificação de abordagens** que alcançam **ganhos triplos** (aumentar a **produção**, aumentar a **resiliência** e [se possível] **mitigar as emissões de GEE**), e ao mesmo tempo **reduzir a pobreza** e **melhorar os serviços prestados pelos ecossistemas**
3. A ACI promove uma abordagem sistemática para:
 - a. Identificar **as melhores opções para o investimento agrícola**
 - b. **Contextualizar as melhores opções** para assegurar o **melhor ajustamento** ao seu contexto específico através de ciclos de aprendizagem e *feedback*
 - c. Garantir um **ambiente favorável** para que os agricultores (e outros intervenientes) possam investir em práticas e tecnologias para catalisar a adopção da ACI

Mensagens Principais:

1. As **4 regras de ouro** da gestão de fertilizantes são:
 - **1ª Regra: Fonte certa** de nutrientes
 - **2ª Regra: Taxa certa** de aplicação
 - **3ª Regra: Hora certa** de aplicação
 - **4ª Regra: Lugar certo** de aplicação
2. Para tomar decisões climaticamente inteligentes sobre a aplicação de fertilizantes, precisa de entender:
 - O sistema de exploração agrícola
 - Acesso a dados meteorológicos/dados climáticos
 - O contexto socioeconómico
3. As opções climaticamente inteligentes de aplicação de fertilizantes incluem:
 - Aplicação em faixas
 - Microdosagem
 - Fertilização subterrânea.

Pontos de Entrada para a ACI

- Práticas e tecnologias de ACI
- Abordagens de sistemas de ACI
- Ambientes favoráveis para a ACI



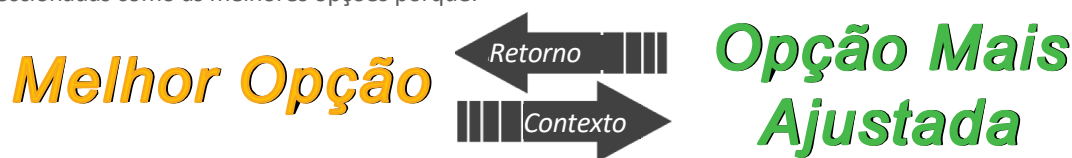
2 / OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES

OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES

Esta **Ferramenta de Decisão** visa ajudar a equipa de extensão a nível de campo a tomar decisões **climaticamente inteligentes** sobre quais opções de aplicação de fertilizantes melhor se adequam ao contexto de seus agricultores. Esta ferramenta não foi concebida como um guia técnico para implementação. Foi concebida para ajudar o pessoal de extensão na tomada de decisões climaticamente inteligentes sobre melhorias em seus sistemas agrícolas com seus clientes / agricultores. As referências aos guias técnicos relevantes para as práticas / tecnologias descritas estão incluídas no final da ferramenta. A ferramenta concentra-se nas **Melhores Opções Climaticamente Inteligentes de Aplicação de Fertilizantes** para a produção de milho, sorgo e arroz na região da Comunidade para o Desenvolvimento da África Austral (SADC). Não são listadas em nenhuma ordem específica e foram seleccionadas como as melhores opções porque:

- São climaticamente inteligentes (ver Quadro 1)
- São aplicáveis em múltiplas zonas agroecológicas em toda a região
- Têm alto potencial para abordar as principais restrições à produção de milho, sorgo e arroz na região (Quadro 1).

Estas são as **Melhores Opções**. É necessário ter uma compreensão do contexto local e das prioridades do agricultor para que essas opções sejam as **Melhor Ajustadas** às necessidades individuais do agricultor.



Quadro 1: As Melhores Opções Climaticamente Inteligentes de Aplicação de Fertilizantes que têm potencial para abordar os riscos climáticos em toda a região da SADC.

As Opções Climaticamente Inteligentes de Aplicação de Fertilizantes	O que é?	3 Pilares da ACI		
		Aumenta a Produção	Resiliência / adaptação	Mitiga as emissões de GEE, se possível
Aplicar em faixas	Colocar fertilizante numa linha (banda) 5 - 8 cm abaixo da superfície do solo, cobrindo com solo e plantar sementes acima do fertilizante			
Microdosagem	Pequenas quantidades de fertilizante são colocadas em cada estação de plantação (geralmente medidas em 'tampas de garrafa')	Mantém ou aumenta os rendimentos com quantidades reduzidas de fertilizantes usadas	A boa gestão dos nutrientes aumenta o vigor das culturas, tornando as plantas menos susceptíveis a doenças/pragas	A maior eficiência no uso de fertilizantes resulta na redução da intensidade das emissões. Esta é a quantidade de emissões de gases de efeito estufa (GEE) por kg de alimento produzido
Fertilização da sub-superfície	Colocação de briquetes de fertilizante (bolas comprimidas de fertilizante) de 7 a 10 cm de profundidade no solo; quase sempre colocados em campos inundados			



QUAL OPÇÃO CLIMATICAMENTE INTELIGENTE DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES É A MAIS ADEQUADA PARA SEU(S) AGRICULTOR(ES)?

As quatro melhores práticas de gestão, referidas geralmente às **4 Regras de Ouro** de gestão de fertilizantes (Figura 1), são: aplicar a **fonte certa** de nutrientes à **taxa certa**, na **hora certa** e no **lugar certo** para atender às necessidades da cultura. Essas 4 regras ajudam a aumentar a proporção de fertilizante aplicada que é usada pela cultura e, portanto, contribuem para melhorar a eficiência agrônômica.

Figura 1: As 4 Regras de Ouro da gestão de fertilizantes.



Fonte: www.nutrientstewardship.org

Para tomar decisões sobre cada uma das 4 Regras de Ouro, precisamos de ter uma compreensão detalhada do contexto local. Isto inclui:

- O sistema de exploração agrícola
 - Culturas cultivadas, tipo de solos, integração da pecuária, prioridades do agricultor, etc.
 - Quem faz quais actividades na exploração agrícola?
 - » A aplicação de fertilizantes é a responsabilidade das mulheres ou dos homens?
 - » Quem compra o fertilizante?
 - » Os homens e as mulheres têm o mesmo acesso?

- Acesso a mercados
- Acesso à informação (especialmente informação climática/meteorológica precisa).

A ferramenta de **análise do sistema agrícola** usada para o planeamento de práticas de gestão integrada da fertilidade do solo (ISFM) é uma ferramenta muito útil para ajudá-lo a recolher essa informação. Consulte o *ISFM Manual* do *African Soil Health Consortium* (ASHC) para obter mais detalhes.

DICA

Para ser verdadeiramente climaticamente inteligente, o fertilizante deve ser considerado como uma componente de **uma estratégia integrada de gestão da fertilidade do solo** na exploração agrícola.

4 / OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES



AS MELHORES OPÇÕES DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES PARA ABORDAR OS RISCOS CLIMÁTICOS NA PRODUÇÃO DE MILHO / SORGO / ARROZ

Cada uma das 4 Regras de Ouro é descrita abaixo - com ênfase na sua colocação nesta ferramenta de decisão - pois o foco é nas opções climaticamente inteligentes de aplicação de fertilizantes. Embora essas sejam as melhores opções, não são universalmente aplicáveis. A ACI é específica ao contexto e cada uma dessas opções precisará de ser testada sob as condições locais e adaptada para torná-la a **Melhor Ajustada** ao contexto local.

O **Ponto de Decisão** abaixo ilustra como a compreensão do contexto pode informar a tomada de decisões sobre as opções de aplicação de fertilizantes climaticamente inteligentes.

PONTO DE DECISÃO



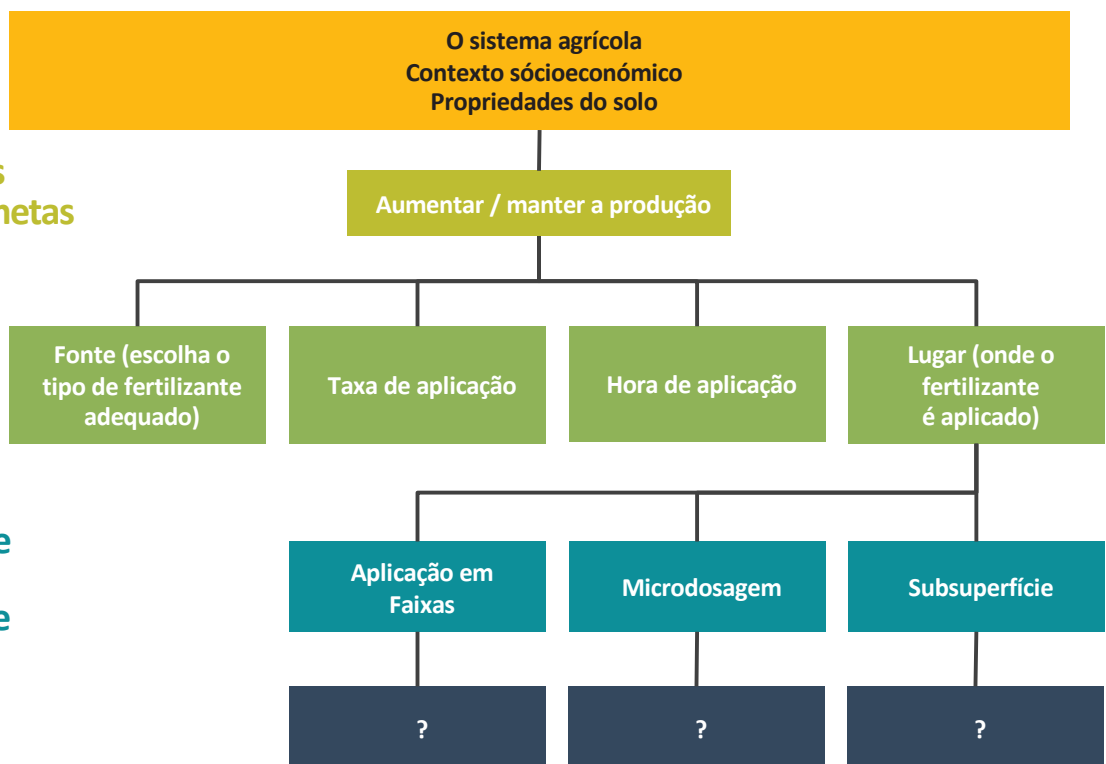
Entenda o contexto

Prioridades dos agricultores / metas de produção

Considere as 4 Regras de Ouro

Opções Climaticamente Inteligentes de Aplicação de Fertilizantes

Viabilidade





FONTE CERTA

O produto fertilizante certo significa adequar a fonte de fertilizante e o produto com as necessidades da cultura e as propriedades do solo.

- **Fornecem nutrientes** em formas disponíveis para as plantas
 - O nutriente aplicado está disponível para as plantas ou está disponível numa forma que se torna disponível para as plantas no solo
- **Adequado** às propriedades físicas e químicas do solo
 - Os exemplos incluem evitar a aplicação de nitrato em solos inundados, aplicações superficiais de ureia em solos de alto pH, etc.
 - Há previsões de **precipitação adequada** - intensidade e duração dos eventos de chuva?
 - Vários métodos podem ser usados para **identificar quais nutrientes são deficientes** no solo. Estes incluem a análise do solo, campos com omissão de nutrientes e sintomas de deficiência de nutrientes observados nas culturas (para mais informação sobre como avaliar as condições do solo, consulte a ferramenta KP06 – **Opções Climaticamente Inteligentes de Corretivos de Solo**)

- Reconhecer sinergias entre elementos e fontes de nutrientes
 - Os exemplos incluem estrume que complementa o fertilizante, interação entre fósforo(P)-zinco, nitrogénio (N), aumentando a disponibilidade de P, etc.
 - Estrume / composto / resíduos de plantas foram aplicados no passado, quando e em que proporção?
- Reconhecer a compatibilidade da mistura
 - Certas combinações de fontes atraem humidade quando são misturadas, limitando a uniformidade de aplicação do material misturado; o tamanho do grânulo deve ser semelhante para evitar a segregação do produto, etc.
- Quais são as necessidades de fertilizantes / nutrientes da cultura?
 - As leguminosas podem não precisar de fertilizante N.

O **Ponto de Decisão** abaixo ilustra uma árvore de decisão que pode ajudá-lo a tomar decisões com seus agricultores sobre a combinação de fontes de nutrientes que podem ser necessárias, dependendo do tipo de matéria orgânica disponível para uso como corretivo de solo.

DICA

O fertilizante **não é um substituto** da matéria orgânica. A matéria orgânica do solo torna o fertilizante aplicado mais eficiente. **Ambos são exigidos** para obter o rendimento máximo.

PONTO DE DECISÃO



Tipo de recurso orgânico

Cor da folha

Características da folha

Opções Climaticamente Inteligentes



6 / OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES

TAXA CERTA

A taxa certa de fertilizante significa combinar a quantidade de fertilizante aplicada conforme as necessidades da cultura.

- As taxas de fertilizantes são específicas ao local e ao sistema de cultivo e são avaliadas depois de considerar:
 - As necessidades de nutrientes da cultura
 - A capacidade do solo de fornecer nutrientes (medida pela análise do solo e ao usar campos com omissão de nutrientes)
 - A quantidade de nutrientes aplicada nos resíduos da cultura e no estrume. O Quadro 2 descreve o teor típico de nutrientes de diferentes fontes de matéria orgânica
 - A quantidade de nutrientes aplicada às culturas anteriores
 - A quantidade de nutrientes removida de culturas anteriores. O Quadro 3 ilustra a quantidade de nutrientes em quilogramas que foi removida do solo por tonelada de produção. Por exemplo, se uma tonelada de milho híbrido foi produzida, 15,6 kg de nitrogénio será removido.

- O rendimento alvo
- O rendimento atingível sob as condições climáticas locais
 - » O rendimento atingível sob as condições climáticas locais
- O custo dos fertilizantes e o valor dos produtos agrícolas

- Quando aplica muito fertilizante, isso resulta no gasto de nutrientes que não são absorvidos pela cultura e igualmente resulta na possível contaminação do meio ambiente. No entanto, a aplicação de muito pouco fertilizante resulta na diminuição do rendimento e da qualidade da cultura, e em resíduos da cultura insuficientes para proteger e construir o solo ou para uso como forragem animal
- Em muitas áreas da África Subsaariana, os níveis de fertilizantes publicadas para uma localidade são desatualizados e seu foco é maximizar o rendimento, em vez dos retornos económicos do agricultor. É muito importante **avaliar as metas e atitudes do agricultor em relação ao risco** antes de recomendar as taxas de aplicação de fertilizantes.

Quadro 2: Conteúdo de nutrientes (%) de estrume e resíduos geralmente disponíveis na África Subsaariana (C = carbono, N = nitrogénio, P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio).

Material	Água	C	N	P	K	Ca
Fezes humanas	-	-	1.0	0.2	0.3	-
Fezes de gado	-	-	0.3	0.1	0.1	-
Fezes de porco	-	-	0.5	0.2	0.4	-
Estrume fresco de gado	60	8–10	0.4–0.6	0.1–0.2	0.4–0.6	0.2–0.4
Estrume composto de gado	35	30–35	1.5	1.2	2.1	2
Estrume da exploração agrícola	50	-	1.0	0.8	1.2	0.8
Estrume de cabra	50	-	0.8	0.7	1.5	0.8
Estrume de ovelha	50	-	1.0	0.7	1.5	1.7
Estrume de porco	80	5–10	0.7–1.0	0.2–0.3	0.5–0.7	1.2
Estrume de aves de capoeira	55	15	1.4–1.6	0.25–0.8	0.7–0.8	2.3
Composto de lixo	40	16	0.6	0.2	2.3	1.1
Lamas de depuração	50	17	1.6	0.8	10.2	1.6
Torta de filtro de cana-de-açúcar	75–80	8	0.3	0.2	0.06	0.5
Bolo de mamona	10	45	4.5	0.7	1.1	1.8

Fonte: ASHC/Integrated Soil Fertility Management Handbook



Quadro 3: Remoção de nutrientes (gramas por tonelada) em cereais seleccionados, culturas sachadas, leguminosas alimentares e culturas forrageiras (N = nitrogénio, P = fósforo, K = potássio, Mg = magnésio, Ca = cálcio, S = enxofre).

Cultura	Produto	Remoção (g/t produto agrícola)					
		N	P	K	Mg	Ca	S
Cereal							
Híbrido de milho	Cereal	15.6	2.9	3.8	0.4	0.9	1.3
Milho local	Cereal	16.0	2.8	4.0	0.4	0.8	1.2
Arroz melhorado	Cereal	15.0	2.8	3.8	0.3	1.0	0.8
Arroz local	Cereal	15.0	2.5	2.5	0.5	1.0	0.5
Sorgo	Cereal	16.5	3.5	3.8	1.9	0.4	1.2–1.6
Mexoeira	Cereal	26.6	3.5	4.4	1.4	0.1	1.2

Fonte: ASHC, *Integrated Soil Fertility Management Handbook*.

Respostas aos fertilizantes

As culturas nem sempre respondem conforme previsto depois da aplicação de fertilizantes. Pode haver várias razões para isto. As respostas aos fertilizantes são mais geralmente classificadas nos seguintes termos:

- **Respostas fracas** em solos férteis com reservas grandes de nutrientes (frequentemente nos campos situados próximos à casa do agricultor, onde fertilizantes, estrume animal e resíduos de colheitas foram aplicados regularmente no passado)
- **Respostas fortes** ao fertilizante em solos que são deficientes em nutrientes, mas que são responsivos (frequentemente os campos situados mais distantes da casa do agricultor, onde fertilizantes, estrume e resíduos da colheitas não são aplicados)
- **Respostas muito fracas** à aplicação de fertilizantes em solos degradados onde os fertilizantes devem ser aplicados em combinação com quantidades substanciais de insumos orgânicos (resíduos de colheitas, estrume animal) para obter reacções satisfatórias ao fertilizante mineral.

As abordagens para lidar com estas respostas incluem:

- A aplicação de quantidades reduzidas de fertilizante e / ou estrume em solos férteis pode manter a fertilidade do solo
- Agricultores com poucos recursos podem investir dinheiro limitado de forma mais eficaz, dando prioridade ao uso de fertilizantes nos seus campos mais responsivos e ao uso de quantidades moderadas que alcançam um grande retorno no rendimento por quilograma de fertilizante aplicado (ou seja, uma alta eficiência agronómica)
- A aplicação de recursos orgânicos pode ser exigida para reabilitar solos não responsivos antes que uma resposta ao fertilizante mineral seja registada
- Nalguns solos não responsivos, a aplicação de recursos orgânicos pode não resultar numa resposta a fertilizantes minerais, e outras técnicas podem ser necessárias (por exemplo, a lavoura ou a aplicação de micronutrientes).

O seguinte **Ponto de Decisão** descreve uma árvore de decisão para ilustrar como uma compreensão do contexto local e das respostas da cultura à aplicação de fertilizantes no passado pode resultar na selecção de níveis de opções climaticamente inteligentes, e da fonte (orgânica e química) de nutrientes a ser aplicada.

PONTO DE DECISÃO



Contexto histórico

Observe a resposta da cultura ao fertilizante

Resposta

Resposta fraca

Resposta forte

Resposta muito fraca

Tipo de solo

Solos férteis
(geralmente perto de casa)Solos fracos
(geralmente mais distantes)

Solos eficientes em nutrientes, mas responsivos

Solos degradados

Opções Climaticamente Inteligentes

A aplicação de estrume / composto pode ser suficiente sem fertilizante

Aplicar matéria orgânica
Testar o soloManter a matéria orgânica
Teste o solo a cada 3 - 5 anos

Aplicar quantidades grandes de matéria orgânica

Etapas práticas para melhorar as taxas de aplicação de fertilizantes

Testes do solo, campos com omissão de nutrientes, orçamentos de nutrientes da cultura, testes de tecidos, análise de plantas, calibração do aplicador, análise de culturas, manutenção de registos e planeamento da gestão de nutrientes – todas estas são ferramentas que ajudarão a determinar a taxa correcta de fertilizante a ser aplicada. Algumas etapas práticas para ajudar os agricultores a melhorar as taxas de aplicação de fertilizantes:

- Recolha toda a informação disponível a partir de ensaios de fertilizantes (particularmente se foram realizados em campos de agricultores) na localidade em que está a trabalhar
 - Quais nutrientes melhoraram o rendimento?
 - O uso de fertilizantes aumentou os lucros bem como os rendimentos agrícolas?
 - Qual foi a quantidade de cada nutriente necessário para alcançar aumentos económicos no rendimento?
- Acrescenta essa informação (caso estiver disponível) com a informação dos ensaios, ao procurar saber quanto e que tipo de fertilizantes os agricultores actualmente usam, e a resposta que tem sido obtida em termos do rendimento
- Prepare um quadro com uma lista de cada agricultor, da quantidade de nutrientes aplicada, história do campo (quer dizer, se fertilizantes foram aplicados consistentemente nas estações de culturas passadas) e o rendimento alcançado

- Deve passar o máximo de tempo possível a caminhar pelos campos, examinando as culturas para **sintomas da deficiência de nutrientes** e o desenvolvimento atrofiado da cultura (frequentemente por causa da deficiência de fósforo (P))
- Identifique os agricultores que actualmente obtêm altos rendimentos e lucros
 - Procure saber a quantidade de fertilizante que usam e os rendimentos que estão a obter. Faça um inventário de todas as práticas de fertilidade do solo que estão a utilizar e que podem ser aplicáveis a outros agricultores.
- Se possível, faça a amostragem e análise do solo para avaliar a fertilidade do solo, particularmente a quantidade disponível de fósforo (P) e potássio trocável (K) e magnésio (Mg)
- Trabalhe com os agricultores para testar as recomendações de fertilizantes, começando com taxas de aplicação baixas
- Registe os resultados de seu trabalho num livro de campo para desenvolver uma base de conhecimentos de informação confiável sobre o uso de fertilizantes e as respostas de cultivo para sua localidade



- Você também deve registrar dados meteorológicos (especialmente a data, duração e intensidade da precipitação). A precipitação excessiva pode lixiviar os nutrientes do fertilizante do solo, e a humidade insuficiente do solo pode tornar o fertilizante menos disponível para as plantas.
- Depois de alguns anos, pode ser possível avaliar o risco de fracasso da cultura para que os agricultores possam ser informados sobre os riscos económicos da aplicação de fertilizantes, por exemplo, se a seca for altamente provável, então a aplicação de fertilizantes pode ser um gasto de recursos.

DICA

O fertilizante deve ser aplicado logo depois de fazer a capina. Se as ervas daninhas estão a germinar/crescer quando o fertilizante é aplicado, estas vão "roubar" parte do fertilizante da cultura.

HORA CERTA

A hora certa para a aplicação de fertilizantes significa disponibilizar nutrientes quando a cultura precisa deles.

- Os nutrientes são usados de forma mais eficiente quando sua disponibilidade está sincronizada com o que a cultura necessita
 - O fertilizante basal é aplicado na hora ou logo após a plantação, para fornecer N, P, K e outros nutrientes necessários para o crescimento inicial da cultura
- O fertilizante de nitrogénio é altamente móvel e facilmente perdido do solo por causa da lixiviação, portanto, algum fertilizante N deve ser aplicado como uma 'cobertura' em fases-chave durante o desenvolvimento da cultura - geralmente quando a cultura está a crescer mais rápido
 - O fertilizante N com cobertura pode ser aplicado como várias aplicações divididas para melhorar a eficiência do uso do fertilizante
 - As taxas de cobertura podem ser ajustadas conforme o desenvolvimento da cultura e o preço antecipado dos produtos agrícolas
- A adubação de cobertura produz bons resultados agronómicos se a cultura estiver a desenvolver bem em **condições climáticas favoráveis** e se houver uma expectativa de preços elevados para a cultura

Se não tem a certeza do tipo de deficiência de nutrientes que a cultura pode ter, consulte estes aplicativos:



Crop Nutrient Removal Calculator
(Calculador de Remoção de Nutrientes da Cultura)

International Plant Nutrition Institute
Gratuito

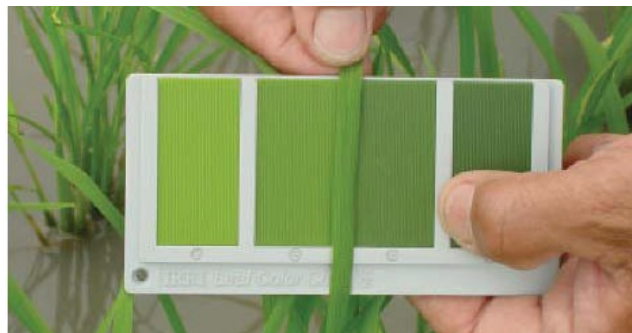


Crop Nutrient Deficiency Photo
(Biblioteca de Fotos de Deficiência de Nutrientes das Culturas)

International Plant Nutrition Institute
Gratuito

- Se a cultura não conseguiu desenvolver bem por causa de chuvas fracas e o preço da cultura for baixo, a adubação de cobertura pode ser cancelada e o fertilizante reservado para a próxima estação de plantação
- Escolha da hora adequada de aplicação (pré-plantação ou aplicações divididas), tecnologias de libertação controlada, estabilizadores, inibidores e escolha de produto são exemplos de práticas que influenciam a escolha da hora de disponibilidade de nutrientes
- Quadro de cores de folhas (Figura 2) ou medidores de clorofila estão disponíveis no mercado para orientar a aplicação de N, com base na demanda da cultura
- Os fertilizantes N de libertação lenta e a colocação profunda do fertilizante N melhoram a correspondência entre a libertação de nutrientes e as necessidades da cultura (às vezes referida como a sincronização).

Figura 2: Um quadro de cores das folhas de arroz.



Fonte: IR.

LUGAR CERTO

A colocação correcta de fertilizante significa aplicar fertilizante onde a cultura pode ter acesso aos nutrientes contidos no fertilizante. A escolha do método de aplicação pelo agricultor dependerá da **mão-de-obra necessária**. Os métodos de aplicação devem ser seleccionados com base na cultura ou sistema de cultivo e nas propriedades do solo. É geralmente melhor incorporar fertilizante basal no solo na hora da plantação ou antes da plantação para conseguir a utilização de fertilizante eficiente.

A difusão é a prática de aplicar fertilizantes uniformemente na superfície do solo. Isso é feito antes da semente ou na cultura existente. É fácil implementar este método e precisa de pouca mão-de-obra. Os fertilizantes N adubações de cobertura são geralmente distribuídos em campos de arroz irrigado. As opções de aplicação de fertilizantes climaticamente inteligentes são detalhadas abaixo.

Aplicação em faixas

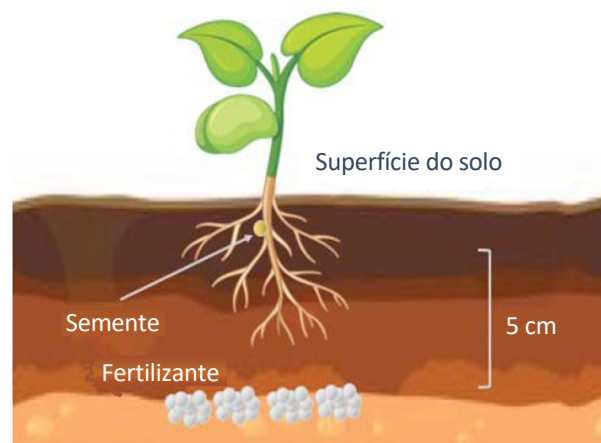
A Figura 3 ilustra dois métodos diferentes para a aplicação de faixas de fertilizantes. Os fertilizantes são colocados numa faixa a uma profundidade de 5 a 8 cm abaixo da superfície do solo e cobertos pelo solo. As sementes são plantadas acima do fertilizante coberto. A aplicação em faixas é o método mais comum de colocação para aplicações de fertilizantes basais.

- Não se deve permitir que a semente toque o fertilizante basal, pois isso pode "queimar" a semente e não há-de germinar
- Quando plantar abaixo (e ao lado) da semente, isso estimula o crescimento da raiz
- Essa prática usa menos fertilizante, pois é aplicado apenas em linhas e não em todo o campo
- Se isso está ser feito à mão, uma enxada "estreita" deve ser usada para minimizar a carga de trabalho e perturbação do solo
- Se houver força de tracção disponível (bois / búfalos), um extirpador pode ser usado em vez de uma charrua para minimizar a perturbação do solo (**consulte a ferramenta CCARDESA KP08 - Opções Climaticamente Inteligentes de Preparação de Terreno**).

Figura 3: Dois métodos diferentes de aplicação de fertilizante.



Exemplo: abaixo da semente



Fonte: afterYara

Microdosagem

Os fertilizantes são aplicados em pequenas quantidades: seja na altura de plantação, em cada estação de plantação junto com a semente, ou próximo a cada estação de plantação durante o período de crescimento da cultura. A Figura 4 ilustra a quantidade de fertilizante geralmente colocada em cada estação de plantação ao usar a técnica de 'microdosagem'.

- A microdosagem é preferida onde as plantas estão amplamente espaçadas e onde as condições do solo e climáticas aumentam o risco de perdas de nutrientes devido à lixiviação



- A microdosagem tornou-se uma prática popular entre os agricultores porque é mais económica do que a difusão

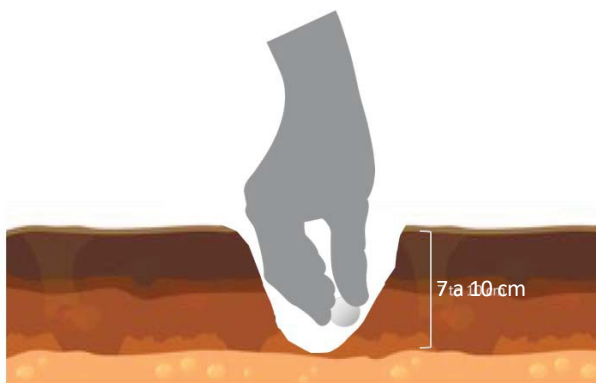
- A microdosagem é particularmente efectiva onde bacias de plantação ou fossas 'zai' são utilizadas, porque insumos orgânicos e fertilizantes podem ser aplicados e incorporados em cada estação de plantação ao mesmo tempo
- Este método inclui as vantagens de plantação em faixas, ao colocar o fertilizante debaixo da semente, mas num único ponto, em vez de numa faixa (fila) - utilizando assim menos fertilizante.

Figura 4: Uma tampa de garrafa contém cerca de 6 g de fertilizante.



Fonte: *ASHC Integrated Soil Fertility Management Handbook*

Figura 5: Fertilização da subsuperfície ou colocação de fertilizante em profundidade.



Fonte: *After International Fertiliser Development Centre –IFDC*

Fertilização de sub-superfície

Os fertilizantes N de libertação lenta são colocados no solo em campos inundados (Figura 5). Esta tecnologia foi desenvolvida pela primeira vez em Bangladesh antes de ser introduzida em África. É constituída por duas componentes-chave:

- A primeira componente é um fertilizante 'briquete' produzido pela compactação de fertilizantes sólidos disponíveis no mercado. Máquinas de briquetagem adequadas às condições de operação na região da SADC estão disponíveis
- A máquina produz briquetes de 1 a 3 gramas que são muito maiores do que os grânulos de fertilizantes convencionais. Estes podem ser produzidos por empresários locais com máquinas de briquetagem de pequena escala
- A segunda componente principal é a colocação de briquetes abaixo da superfície do solo. Quando usados para fertilizar arroz irrigado, os briquetes são centralizados entre quatro plantas a uma profundidade de 7 a 10 cm dentro de sete dias após o transplante. São aplicados manualmente ou com um aplicador mecânico.

O briquete liberta nitrogénio (N) gradualmente, coincidindo com as necessidades da cultura durante a estação de crescimento. Embora esta tecnologia tenha sido usada predominantemente para a aplicação de ureia em arroz irrigado (devido à facilidade de aplicação em arroz irrigado), pode ser usada com outros tipos de fertilizantes e para outras culturas.

Quando a ureia é transmitida em campos de arroz inundados, uma porção substancial do N é gastada - perdida por meio de escoamento, volatilização (evaporação atmosférica) e nitrificação / desnitrificação. Quantidades adicionais de N são convertidas em nitratos, que são móveis no solo e podem contaminar as águas subterrâneas. Com a fertilização sub-superficial, a ureia é colocada profundamente no solo, onde a maioria permanece na forma de amónio - que é muito menos móvel do que os nitratos. Portanto, mais N está disponível para a cultura ao longo de seu ciclo de crescimento. As perdas para a atmosfera, águas subterrâneas e cursos de água são drasticamente reduzidas.

Apenas cerca de 4 por cento do N é perdido para o meio ambiente, em comparação com mais de 35 por cento quando o N é aplicado via difusão. A prática também melhora drasticamente a absorção de N pela cultura - dois terços são absorvidos pelo grão e pela palha do arroz (resíduo pós-colheita), em comparação com um terço quando o método de aplicação por difusão é usado.

Viabilidade

O Ponto de Decisão abaixo descreve uma árvore de decisão que pode ser usada para ajudar a tomar decisões sobre a viabilidade das opções de aplicação de fertilizantes climaticamente inteligentes identificadas e seleccionadas no contexto de cada agricultor.

PONTO DE DECISÃO



Avaliar alternativas

Contexto económico

Prioridades dos agricultores

Viabilidade



VIABILIDADE ECONÓMICA (A 'QUINTA REGRA DE OURO')

Isto às vezes é conhecido como a 'Quinta Regra de Ouro' (opções remuneradoras). Porque os pequenos agricultores na região da SADC muitas vezes têm recursos de dinheiro limitados e compram pequenas quantidades de fertilizante, é importante identificar a parte do sistema agrícola onde os insumos de fertilizantes proporcionarão o maior retorno. Quando usado com cuidado, o fertilizante pode tornar-se a chave para desencadear o potencial da exploração agrícola. A fertilidade do solo varia entre os diferentes campos do agricultor (os campos mais próximos da casa do agricultor geralmente são mais férteis), então é importante saber quais campos proporcionarão o maior retorno devido ao uso de fertilizantes.

Um segundo ponto é considerar o sistema de cultivo em vez de uma única cultura ao planear o uso de fertilizantes. Por exemplo, numa rotação de leguminosas de grão de milho, os fertilizantes (particularmente N) aplicados à cultura de milho fornecerão um benefício residual em termos de fornecer nutrientes para a cultura de leguminosas que se segue, que pode, portanto, não precisar de ser fertilizada. Os fertilizantes devem ser fornecidos à cultura principal em sistemas de culturas intercalares. Num campo de cultura intercalar de milho e feijão, por exemplo, o fertilizante N deve ser aplicado à cultura de milho porque os feijões são capazes de fornecer muito de suas necessidades de N através da fixação biológica de N₂.

A 'quinta Regra de Ouro', então, é considerar o **custo de oportunidade** do fertilizante e certificar-se de que os recursos escassos de fertilizante sejam entregues à parte do sistema de cultivo que entrega o máximo benefício económico ao agricultor.

A **mão-de-obra** é um factor chave que deve ser avaliado em termos de viabilidade económica. Os agricultores raramente contabilizam o custo da sua própria mão-de-obra/da mão-de-obra familiar, mas devem considerar os custos salariais da mão-de-obra. É crítico ter uma compreensão de quem é responsável pelas principais tarefas de gestão de culturas na avaliação dos custos de oportunidade associados com a opção proposta. A mão-de-obra extra pode ser necessária para todas as três opções climaticamente inteligentes propostas.

- Quem vai fazer o trabalho "extra"?
 - Homens, mulheres, crianças?
- O que estariam a fazer se não realizassem essa tarefa?
 - As crianças precisarão de faltar à escola?
 - As mulheres ainda poderão ir ao mercado?
 - São conhecidos como custos de oportunidade e devem ser considerados.

Os **calendários sazonais** são uma ferramenta excelente para ajudar a definir quais recursos são necessários (e disponíveis) e quando. O calendário sazonal deve incluir todas as componentes do sistema de cultivo, de forma que previsões precisas dos recursos de mão-de-obra e de dinheiro sejam elaboradas. Poderá então ser possível **prever** os custos potenciais associados com as mudanças para práticas mais climaticamente inteligentes. Isso deve ser feito por:

- Desenvolver uma previsão do **fluxo de caixa** para o ano



- Inclua o custo da **mão-de-obra** na previsão (isto pode ser em unidades monetárias ou temporais)

- Teste as **suposições** na previsão:
 - O dinheiro e a mão-de-obra estarão disponíveis quando for necessário?

Ao longo do ano, o agricultor deve ser apoiado para recolher dados precisos sobre o seguinte:

- Insumos
- Precipitação - duração e intensidade (afecta a eficiência do uso de fertilizantes)
- Temperaturas - podem causar stress nas plantas se forem muito altas ou muito baixas
- Custos
- Mão-de-obra (quem e quanto)
- Práticas de gestão (por exemplo, data de plantação, preparação do campo, aplicação de composto, remoção de ervas daninhas, surtos de pragas / doenças, etc.)
- Produção
- Receitas geradas.

Isto permitirá que desenvolva margens brutas precisas no final da estação. Os agricultores podem usá-las para tomar decisões sobre como melhorar as práticas agrícolas para torná-las ainda mais inteligentes, de forma que sejam as mais adequadas para seu contexto local.

As previsões e análises económicas precisas nem sempre são fáceis, pois há muitos factores que precisam de ser considerados.

Ao debater questões com seus agricultores, isso pode ajudar na identificação dos principais factores que podem ajudá-lo a decidir sobre a viabilidade económica nesta fase. A recolha de dados precisos sobre os custos incorridos, a produção alcançada e as externalidades, como as condições climáticas ao longo do ano, e a reflexão sobre estes, ajudarão a si e a seus agricultores a tomarem decisões mais informadas para a próxima cultura.

Prioridades dos agricultores

Se a produção agrícola for a principal fonte de renda na exploração agrícola, a aplicação de fertilizantes provavelmente será uma prioridade mais alta, pois afecta directamente a renda e a situação económica familiar. Embora o uso de fertilizantes seja recomendado como parte de uma abordagem de gestão integrada da fertilidade do solo e gestão climaticamente inteligente, você deve sempre considerar as práticas / tecnologias alternativas que podem:

- Resultar em melhorias semelhantes no rendimento / geração de renda

- Apoiar o uso da opção de aplicação de fertilizante escolhida para aumentar ainda mais a produtividade e tornar a produção mais eficiente.

A aplicação de fertilizantes pode aumentar a biomassa da planta de grãos. É importante considerar as prioridades dos agricultores para o uso de resíduos vegetais. Devolver grandes volumes de resíduos de plantas ao solo, ou alimentá-los ao gado e devolver o estrume ao solo, ajudará a reciclar os nutrientes dentro do sistema agrícola e tornar todo o sistema mais eficiente.

Viabilidade

Finalmente, precisa de trabalhar com seus agricultores para avaliar se as opções preferidas são viáveis em termos de acessibilidade / disponibilidade.

- Os insumos necessários (incluindo a mão-de-obra) estão disponíveis?
 - Qual é o meio actual de cultivo / preparação da terra?
 - » Isto precisará de ser muito adaptado para facilitar a formação da aplicação em faixas / microdosagem / fertilização sub-superficial?
 - » Quem faz este trabalho, e serão capazes / dispostos a fazer o trabalho extra (se houver extra)?
 - Onde pode obter o fertilizante?
 - O fertilizante está disponível em embalagens pequenas ou apenas em sacos de 50 kg?
 - Que tipo de fertilizante está disponível?
 - » Fertilizantes compostos ou simples?
 - » Qual é a qualidade do fertilizante disponível?
 - O crédito está disponível e acessível?
 - Existe um esquema de subsídios para fertilizantes?
- Se disponíveis, os insumos requeridos estão acessíveis?
 - O agricultor será capaz de acessar os recursos requeridos?
 - Estão lá perto?
 - Ela / ele será capaz de transportá-los?
 - Homens e mulheres têm acesso igual a insumos (incluindo crédito)?

DICA

O fertilizante só deve ser usado onde dá um bom retorno ao investimento. Culturas como milho e arroz geralmente respondem bem aos fertilizantes, mas o sorgo pode não responder bem. A avaliação da **eficiência agronómica (EA)** (kg de aumento na produção por kg de fertilizante adicionado) é uma etapa fundamental para entender onde os recursos escassos devem ser priorizados.

PARA RESUMIR

ETAPA 1: Conheça o seu contexto

- Qual é o sistema de cultivo?
- Contexto socioeconómico
- Acesso a mercados
- Acesso à informação (especialmente informação climática)

ETAPA 2: As '4 Regras de Ouro'

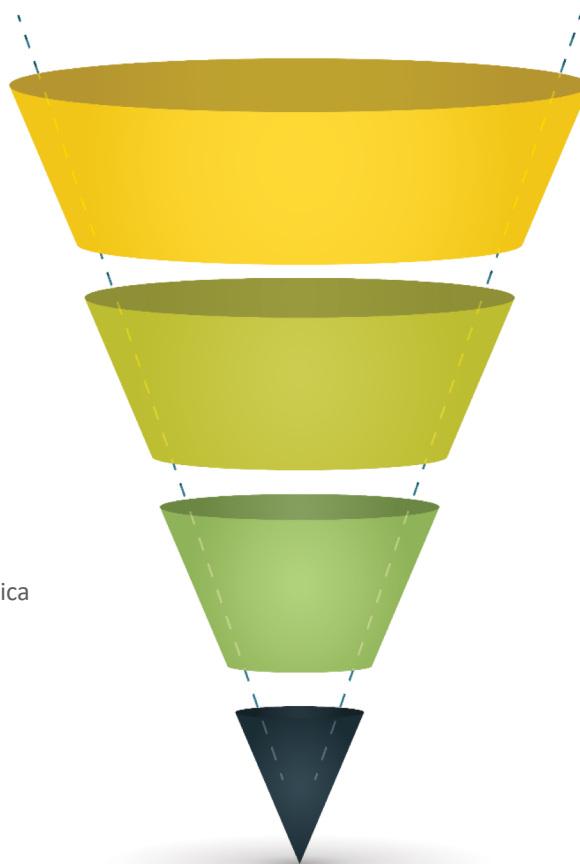
- Fonte certa
- Taxa certa
- Hora certa
- Lugar certo – escolha uma opção

ETAPA 3: Avaliar a viabilidade

- A quinta Regra de Ouro - Remuneração: Avaliar a viabilidade económica
- Acesso e disponibilidade de fertilizantes / mão-de-obra - questões de género

ETAPA 4: Ensaiar e melhorar

- Avaliar as taxas de resposta
- Recolher dados e reflectir sobre possíveis melhorias.





ONDE POSSO ENCONTRAR MAIS INFORMAÇÕES?

Os seguintes recursos, que foram utilizados como referência para o desenvolvimento desta Ferramenta de Conhecimento, fornecem uma leitura adicional valiosa sobre este assunto. Por favor referir também ao site de CCARDESA (www.ccardesa.org), a série completa de Ferramentas de Conhecimento, e os Guias Técnicos associados.

- **As Ferramentas de Conhecimento de CCARDESA** – para mais detalhes sobre as específicas práticas e tecnologias climaticamente inteligentes que fazem parte da Gestão Integrada da Fertilidade do Solo, especificamente o seguinte:
 - Ferramenta de Conhecimento 07 – Opções Climaticamente Inteligentes de Sistemas de Plantação
 - Ferramenta de Conhecimento 08 – Opções Climaticamente Inteligentes de Preparação da Terra
 - Ferramenta de Conhecimento 09 – Opções Climaticamente Inteligentes de Selecção de Variedades
 - Ferramenta de Conhecimento 10 – Opções Climaticamente Inteligentes da Gestão da Água para Milho e Sorgo
 - Ferramenta de Conhecimento 12 – Opções Agroflorestais Climaticamente Inteligentes
 - Ferramenta de Conhecimento 16 – Opções Climaticamente Inteligentes de Gestão de Estrume
 - Ferramenta de Conhecimento 19 - Identificação de Pragas e Doenças de Milho e Sorgo e Selecção de Opções de Controlo
- **ASHC – [Handbook for Integrated Soil Fertility Management](#)**
 - Um recurso excelente ao qual todos os funcionários de extensão devem ter acesso, articulando claramente como o fertilizante pode ser usado efectivamente dentro do sistema de cultivo
- **ASHC – [Sorghum and Millet Nutrient Management](#)**
 - Um recurso muito prático para qualquer pessoa que cultiva sorgo ou mexoeira
- **ASHC – [Maize-Legume Cropping Systems](#)**
 - Um guia prático para o cultivo de milho e leguminosas. Recurso excelente para equipas de extensão no campo.
- **ASHC – [Sorghum-Legume and Millet-Legume Cropping Systems](#)**
 - Um guia prático para o cultivo de milho e leguminosas. Recurso excelente para equipas de extensão no campo.
- **FAO – [On-Farm Composting Methods; Land and Water Discussion Paper 2](#)**
 - Um guia detalhado sobre como fazer vários tipos de composto. O Capítulo 2 é especialmente relevante para pequenos proprietários.
- **FAO – [Green manure cover crops and crop rotation in conservation agriculture on small farms: Integrated Crop management Vol 12, 2010](#)**
 - Focado no Paraguai e de natureza técnica, mas abrange todos os princípios que apoiam as práticas.
- **International Fertiliser Development Centre (IFDC) – [Fertiliser Deep Placement](#)**
 - O site tem muitos recursos potencialmente úteis, incluindo estudos de mercado nacional de fertilizantes para vários países da SADC.
- **International Plant Nutrition Institute (IPNI) – [Nutrient Stewardship 4R Pocket Guide](#)**
 - Um guia prático para as 4 Regras de Ouro, mas com um maior foco para o público ocidental / norte
 - O site do IPNI possui uma série de recursos em diferentes idiomas, mas alguns (como o 4R Plant Nutrition Manual) não são gratuitos e se destinam ao mercado norte-americano
- **Institute for Sustainable Development (ISD) – [How to Make and Use Compost](#)**
 - Um guia prático detalhado sobre como fazer e usar o composto.