Desenvolvimento de um sistema para o cálculo de concentração de agrotóxico em aguas subterrâneas: Araquá

1. **Introdução**

Os requisitos a seguir farão parte de um software ao qual realizara cálculos para a obtenção da concentração de agrotóxico em aguas subterrâneas, e este projeto é uma iniciativa de nosso cliente Diego Augusto de Campos Moraes com Doutorado em Agronomia ao qual deseja obter um software simples, com interface amigável e intuitiva na qual facilite o entendimento e utilização pelos usuários.

**1.1 Propósito**

O principal proposito deste documento é o planejamento do desenvolvimento do software de cálculo de concentração de agrotóxico em aguas subterrâneas: Araquá.

* 1. **Escopo**

O escopo deste sistema é auxiliar empresas produtoras de defensivos agrícolas a controlar a quantidade de agrotóxico que será distribuída em suas lavouras, para não afetar de maneira drástica as águas subterrâneas.

1. **Requisitos Funcionais**

**2.1 Acesso ao sistema**

Para poder ter acesso ao sistema, primeiramente terá que ter um controle de acesso de usuários. Será solicitado um login e senha antes do usuário ter acesso aos dados. Terá uma tela para o cadastro de usuários e suas permissões.

- Terá um usuário pré-definido como administrador, o qual poderá realizar qualquer alteração no sistema, tanto em relação aos dados cadastrados quanto definir permissões de usuários;

- Qualquer usuário consegue realizar um cálculo no sistema;

- Todo usuário deve ser inserido pelo administrador;

* 1. **Modulo de Dados**

Para obtermos os valores finais dos cálculos realizados pelo software, deve possuir telas relativas ao Solo analisado, Agrotóxico utilizado e o Local que será examinado. Todos as respectivas telas terão as opções de inserção, alteração, exclusão e consulta, conforme a permissão concedida ao usuário.

**SOLO**

O solo será dividido em 4 camadas, cada camada terá sua profundidade diferente uma da outra (ex: 0 a 10 cm, 10 a 15 cm...), todos os campos serão de preenchimento obrigatórios, devendo ser cadastrada pelo menos uma camada e estas serão compostas por:

- Nome (ele é cadastrado apenas uma vez para uma ou mais camadas);

- Profundidade da camada (cm);

- Capacidade de campo (Volume/Volume);

- Densidade do Solo (g/cm³);

- Carbono Orgânico (Massa/Massa).

**AGROTÓXICO**

Cada princípio ativo terá 4 camadas de solo, representando sua concentração em cada camada, todos os campos serão de preenchimento obrigatórios, estas camadas deverão conter:

- Nome do princípio ativo (ele é cadastrado apenas uma vez para uma ou mais camadas);

- Dose (g/ha) (ele é cadastrado apenas uma vez para uma ou mais camadas);

- Coeficiente de sorção (Koc – (mL/g));

- Meia-Vida (dia);

**LOCALIDADE**

As informações sobre a localidade do solo também serão importantes para a obtenção dos cálculos finais, todos os campos serão de preenchimento obrigatórios, este local será composto por:

- Descrição;

- Precipitação (mm/ano);

- Evapotranspiração (mm/ano);

- Irrigação (mm/ano)

- Porosidade do Aquífero (Volume/Volume);

- Profundidade do Aquífero (cm);

**2.3 Modulo de Calculo**

O cálculo matemático da lixiviação do agrotóxico no solo tem como base o conjunto de equações apresentadas por Rao et al. (1976) e Rao et al. (1985). É utilizada a forma generalizada para solos com várias camadas (ou horizontes).

A expressão apresentada por Rao et al. (1985) é: **AF = exp(-tr . k)**

Para resolver o cálculo do sistema, devem-se obter os dados de entrada e executar a sequência de cálculos a seguir para retornar o valor final ao usuário.

Primeiramente, o fator de retardamento RF (adimensional) do movimento do agrotóxico é obtido pela equação:



na qual BD é a densidade do solo (g/cm3 ), OC a fração de carbono orgânico do solo (massa/massa), Koc o coeficiente de sorção do agrotóxico normalizado para a fração de carbono orgânico (mL/g ou cm3 /g), FC a umidade na capacidade de campo do solo (volume/volume).

Em decorrência, a próxima equação trata do tempo de percurso (dias).



em que L representa a distância (m) até o corpo de água subterrâneo, FC, a umidade na capacidade de campo do solo (volume/volume) e q a taxa de recarga hídrica líquida (mm/ano convertida em m3 / m2 /dia), RF o resultado da equação anterior. O valor de q deve ser dividido por 365 para ser obtido em dias.

O cálculo de meia-vida do agrotóxico t½ (dias) está relacionada com k conforme a equação:

****

Após isso, será usado o cálculo inicial:

**AF = exp(-tr . k)**, em que **tr e k** são obtidos nos cálculos anteriores.

A massa (µg) prevista do agrotóxico chegando até o corpo de água subterrâneo é dada por: **m = D . AF**, em que D é a dose do agrotóxico (g/ha convertida em µg/ha) e AF é a resposta da equação anterior.

E por fim, a concentração Cf (µg/L) do agrotóxico na água subterrânea é estimada por meio da expressão:



em que p representa a porosidade do aquífero (volume/volume), d é a profundidade de mistura dentro do corpo de água subterrâneo (assumido como 2 m), a representa a área de 1 ha (10.000 m2 ) e m é a resposta obtida na equação anterior.

**EXIBIÇÃO DO RESULTADO**

Para se obter o cálculo de concentração de agrotóxico em aguas subterrâneas, será necessário ter um formulário no sistema onde ele consiga puxar os dados cadastrados em Local, Solo e Agrotóxico, poderá ser inserido um campo onde se possa estar inserindo manualmente a Dose (g/ha), e após isso estar sendo realizado a operação de calcular.

Os Campos necessários no formulário para que seja exibida a obtenção dos cálculos de Lixiviação na tela são:

- Recarga Hídrica (mm/ano), é obtida através da formula: q = Precipitação (mm/ano) + irrigação (mm/ano) – evapotranspiração (mm/ano), informações essas que serão puxadas do cadastro de Local. Todos os dados obtidos em mm/ano devem ser divididos por 365 para ser obtidos em dias.

- Concentração Estimada na agua subterrânea (ug i.a./L)

**3. Requisitos não funcionais**

**DESENVOLVIMENTO**

- Utilização do Delphi Community Edition, linguagem Pascoal para o desenvolvimento e banco de dados MYSQL para armazenamentos e consultas de dados.

- Campos específicos para cadastramentos de números coletados pelo usuário devem ser desenvolvidos e representados pela unidade de medida correta, sendo assim o resultado do cálculo será o mais preciso possível.

- O Software utiliza dados do agrotóxico, solo, localidade para o procedimento de cálculo.

**DISPONIBILIDADE**

- Utilização do sistema em modo off-line

- Todos os registros cadastrados no sistema deveram ser mantidos, alterados, excluídos e inclusos no modo off-line.

**USABILIDADE**

- Uso de Design responsivo nas interfaces, amigável, de fácil manuseio.

**COMPATIBILIDADE**

- Compatibilidade com sistema operacional Windows