

## **FERRAMENTA PARA CONTROLE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO COGUMELO SHIITAKE**

Aluno: Luciano Renato de Oliveira

Orientador: Leonardo Ribeiro Machado

Faculdades Integradas de Taquara – Faccat – Taquara – RS – Brasil

[iam.luciano.oliveira@gmail.com](mailto:iam.luciano.oliveira@gmail.com)

### **Resumo**

O objetivo deste artigo é apresentar uma ferramenta que possibilite ao produtor do cogumelo Shiitake um controle mais detalhado sobre seu cultivo. Este documento contém um referencial teórico que descreve os aspectos fundamentais relacionados à forma de cultivo deste cogumelo em cepos de madeira e faz uma relação da mesma com as características elaboradas na ferramenta em questão para demonstrar como esta pode auxiliar neste processo. Por fim, a ferramenta desenvolvida é apresentada, bem como os resultados obtidos no desenvolvimento da mesma.

**Palavras-chave:** cogumelo, cultivo em cepos, Shiitake, ferramenta de controle de produção.

## **A TOOL FOR CONTROLLING THE SHIITAKE MUSHROOM PRODUCTION PROCESS.**

### ***Abstract***

*The objective of this paper is to present a tool that gives to the Shitake mushrooms' producer the possibility of a more detailed control over his cultivation. This document contains a theoretical reference that describes the central aspects related to the form of cultivation of this kind of mushroom in boles of wood, and makes a relation between it and the features created in the tool, to show how it can help in this process. Finally, the developed tool is presented, as well as the results obtained with its development.*

**Keywords:** *Mushroom, cultivation in boles of wood, Shiitake, tool for control of production.*

## 1. Introdução

Por ser o cogumelo Shiitake o segundo cogumelo comestível mais consumido no mundo, suas propriedades nutricionais e medicinais estão despertando cada vez mais o interesse das pessoas, o que está tornando um produto cada vez mais economicamente atraente. O problema atualmente encontrado pelos pequenos produtores deste cogumelo utilizando o método de cultivo em cepos<sup>1</sup> de madeira está em aperfeiçoar o controle do processo de suas produções para que seja possível obter previsões mais apuradas de datas, quantidades e lucros de sua produção. Estas previsões são possíveis somente quando os muitos eventos que ocorrem com cada cepo em decorrência do processo de produção são conhecidos gerando desta forma um histórico da vida útil, número de produções e quantidades de cogumelos extraídos dos mesmos, projetando isto para o futuro através de estatística e fazendo uso da similaridade entre os cepos vindouros com os passados.

Esta pesquisa trata sobre o desenvolvimento de uma ferramenta que possibilite ao pequeno produtor do cogumelo Shiitake que utiliza o método de cultivo em cepos organizar sua produção de maneira que seja possível uma aproximação nas previsões de datas, quantidades e lucros de sua produção. Com o uso da ferramenta, à medida que cada vez mais eventos são registrados e armazenados em um histórico, estas previsões tendem a se tornarem cada vez mais precisas. Como mencionado anteriormente, esta ferramenta faz o uso da similaridade entre os cepos que já passaram anteriormente pela produção com os atuais e projeta isto para o futuro fazendo uso de estatística. Esta similaridade é também utilizada entre os cepos da produção dos demais usuários produtores que fazem uso em conjunto da ferramenta. A ferramenta sempre objetiva tornar a produção o mais uniforme e constante o possível agrupando os lotes de produção dos cepos em diâmetros iguais ou mais próximos o possível.

Um dos problemas enfrentados para que haja uma maior precisão nas previsões é devido ao fator de variabilidade climática que influencia grandemente no tempo de desenvolvimento do cogumelo no interior dos cepos e no tempo que estes levam para formarem-se completamente e ficarem prontos para colheita. Para que o custo de um projeto de previsibilidade das situações de cultivo em cepos se mantenha baixo e acessível ao pequeno produtor, não é possível o uso de dispositivos para o controle de temperatura que é um dos fatores que influi diretamente sobre o desenvolvimento do Shiitake. Desta maneira, a ferramenta leva em consideração a data dos eventos que ocorreram com os cepos contando com certa previsibilidade climática de acordo com cada estação do ano visando atenuar este problema.

---

<sup>1</sup> Cepo = pedaço de madeira recém abatida e com a casca íntegra, aproximadamente um metro de comprimento e diâmetro de 8 a 15 centímetros tendo a finalidade de ser colonizado pelo micélio do Shiitake.

## 2. Referencial teórico

O Shiitake é uma espécie de cogumelo que coloniza a matéria orgânica em decomposição para obter energia. Possui diversos tipos de linhagens<sup>2</sup> cada qual melhor adaptada a um tipo específico de habitat<sup>3</sup>.

Seu habitat natural é zona temperada do nordeste asiático onde cresce naturalmente em troncos de madeiras que se encontram em estado de decomposição. Era cultivado de maneira primitiva há aproximadamente 800 anos na China. O método de cultivo vem sendo aperfeiçoado cada vez mais e principalmente por Japoneses, que atualmente ocupam a posição de maior produtor mundial. (BONONI et al. 1999, p. 95)

Devido a uma série de benefícios promovidos pelo consumo deste cogumelo, ele tem despertado o interesse de povos ocidentais tanto no setor nutricional como também no setor medicinal, “O que o torna o segundo cogumelo mais consumido no mundo sendo primeiro o Champignon” (TEIXEIRA, MACHADO, 2004, p.1).

### 2.1 Importância do cogumelo

Por ser uma fonte rica em proteínas, fibras e carboidratos, segundo Molena (1986), o cogumelo possui valor nutricional capaz de manter a dieta essencial para o homem, devido a este fato, os antigos o referenciavam como “a carne do pobre”, pois era capaz de substituir a carne que era um alimento reservado somente para as classes abastadas, e podia ser encontrado facilmente para colheita nas florestas e campos. Possui uma grande gama de propriedades medicinais e terapêuticas que foram analisadas em Universidades do Japão e dos Estados Unidos e apresentam propriedades medicinais capazes de agir em alguns casos, como: controle da pressão arterial e influência sobre o sistema imunológico inibindo o desenvolvimento de tumores, vírus e bactérias. (TEIXEIRA, MACHADO, 2004).

Além das razões anteriormente mencionadas, o Shiitake está se tornando um produto cada vez mais economicamente atraente, “especialmente em países em desenvolvimento onde a carne é rara e/ou de valor econômico elevado, ou em países com altos índices de desnutrição” (COSTA, LUIZ, 2007, p. 12).

---

<sup>2</sup> Linhagem = tipo de raça que uma espécie gerou.

<sup>3</sup> Habitat = espaço físico que condiciona um ecossistema.

## 2.2 Métodos de cultivo do Shiitake

Atualmente existem dois métodos principais de cultivo do Shiitake: cultivo em substrato artificial e o cultivo em cepos de madeira. (TEIXEIRA, MACHADO, 2004).

Ambos os métodos de cultivo possuem suas vantagens e desvantagens, apresentadas a seguir.

### 2.2.1 Vantagens e Desvantagens do Cultivo em Substrato

De acordo com Cogumelos Mágicos (2010), que consiste em um Fórum<sup>4</sup> de produtores de cogumelos, a vantagem desta forma de cultivo é que possui um ciclo de produção mais curto fazendo com que os resultados sejam mais rápidos.

Uma das desvantagens desta forma de cultivo é o alto custo de investimento inicial, pois neste método o cogumelo não possui as condições microclimáticas e de proteção que o interior de um cepo de madeira oferece, sendo necessário um ambiente com condições climáticas de umidade, temperatura e PH<sup>5</sup> totalmente controlados, totalmente esterilizado e limpo, pois a contaminação do substrato se alastraria livremente por todo ele. (COGUMELOS MÁGICOS, 2010).

Outra desvantagem desta forma de cultivo é que “a preferência do mercado é pelo cogumelo cultivado de forma natural sem o uso de produtos químicos, fertilizantes e conservantes”. (TEIXEIRA, MACHADO, 2004, p. 12).

### 2.2.2 Vantagens e Desvantagens do Cultivo em Cepos

O cultivo em cepos, embora simples e rústico, apresenta inúmeras vantagens. Como podemos ver em Bononi et al. (1999), nesta técnica os cepos em etapa de colonização pelo fungo podem ficar em qualquer local, inclusive sob a sombra de árvores, pois como mencionado anteriormente é forma em que o Shiitake cresce em seu habitat natural, desde que este local não ofereça condições para o rápido ressecamento da madeira como incidência direta de sol e excesso de ventos.

Este ambiente de cultivo reduz significativamente o custo de investimento inicial comparado ao ambiente para o cultivo em substrato.

---

<sup>4</sup> Fórum = ferramenta para páginas de Internet destinada a promover debates abordando um mesmo assunto.

<sup>5</sup> PH = medida que indica o coeficiente de acidez de uma solução líquida.

Concluindo o raciocínio, Teixeira e Machado (2004, p. 12) abordam que, “outras vantagens deste método são a isenção de compostos químicos prejudiciais a saúde aumentando a preferência do consumidor, melhor sabor e maior período de conservação pós-colheita”.

Embora nesta forma de cultivo o fungo fique isolado do ambiente externo pela casca dos cepos, isto não impede que bactérias e fungos competidores possam contaminar o exterior do cepo se o produtor não mantiver um constante ciclo de inspeções até que os nutrientes da madeira se esgotem pondo fim a sua vida útil. Mesmo que os fungos competidores não afetem diretamente o desenvolvimento do Shiitake, eles consomem os nutrientes da madeira diminuindo a capacidade produtiva da mesma. Outra desvantagem deste método de cultivo ainda mencionado por Teixeira e Machado (2004), é que o desenvolvimento do cogumelo pode variar de acordo com as condições climáticas de temperatura, umidade, PH e concentração de gases, desta maneira prejudicando a constância de suprimento de cogumelos ao mercado pelo produtor adepto do cultivo em cepos conforme as variações climáticas durante o ano. Uma das formas de evitar este problema seria abrigar os cepos em um local com condições climáticas controladas, porém isto elevaria o investimento inicial, mas não ao ponto de se igualar a técnica do cultivo em substrato, pois o custo mais elevado seria o de esterilização do ambiente que neste caso é provida pelo interior dos cepos.

### **2.3 O processo de cultivo em cepos**

O cultivo do Shiitake em cepos ocorre em quatro etapas e há uma série de variáveis e fatores em cada uma das etapas que pode influenciar na produtividade deste método. Todas as etapas descritas aqui estão de acordo com a metodologia para esta forma de cultivo descrita por Teixeira e Machado (2004) e Bononi et. Al, (1999).

A primeira consiste na introdução do inoculo de Shiitake que conforme afirma Teixeira e Machado (2004, p.19), é “o tecido vegetativo (micélio secundário) do fungo, crescido em meio sintético previamente esterilizado, acondicionado dentro de recipientes de vidro ou plástico” no interior do cepo afim de que a madeira deste seja inteiramente colonizada pelo fungo. Esta etapa denomina-se inoculação.

Após isto, os cepos inoculados com o micélio passam para o período de incubação, quando ocorre a colonização destes pelo fungo. O período de incubação pode variar de alguns meses até um ano dependendo de condições que veremos adiante.

Quando os cepos estiverem completamente colonizados pelo fungo ocorre à terceira etapa a qual se denomina indução, onde os cepos são submetidos a uma drástica mudança de temperatura e umidade por um determinado período de horas a fim de induzir o fungo em seu interior a formar os

corpos de frutificação ou basidiocarpos “estruturas em formato de guarda – chuva”. (BONONI, et. al, 1999, p. 11).

A quarta e última etapa é a frutificação, quando o fungo forma os basidiocarpos os expelindo para fora do interior do cepo fornecendo desta maneira o produto final conhecido popularmente como cogumelo.

Após a frutificação, os cepos retornam para a etapa de incubação, onde devem permanecer durante um período que varia de um a quatro meses de acordo com condições que veremos adiante e após isto se repetem as etapas de indução e frutificação. Este processo denomina-se ciclo de produção e se repete até que se esgotem os nutrientes da madeira, a cada ciclo a produção de cogumelos tende a diminuir.

### 2.3.1 Inoculação

Nesta etapa o inoculo é introduzido no interior do cepo através de furos esquematicamente distribuídos por toda extensão do mesmo. Um dos fatores importantes para uma boa produtividade do cultivo é a escolha da espécie de madeira a ser utilizada para incubar o fungo e ainda igualmente importante a linhagem do Shiitake que foi utilizada para a produção do inoculo. (BONONI, et. al, 1999) e (TEIXEIRA, MACHADO, 2004).

### 2.3.2 Incubação

Nesta etapa os cepos inoculados com o Shiitake ficam acomodados em um local que forneça melhores condições para a reprodução do fungo em seu interior. Este processo pode levar de alguns meses a um ano dependendo das condições ambientais. Conforme Bononi (et. Al, 1999) e Teixeira e Machado (2004), temperatura ambiente, umidade dos cepos, e do ar, concentração de CO<sup>2</sup>, luminosidade e qualidade da água são fatores que interferem diretamente na produtividade do cultivo.

### 2.3.3 Indução

O processo de indução consiste em estressar o fungo no interior do cepo abaixando drasticamente a temperatura e umidade. Neste método de cultivo isto é realizado mergulhando os cepos em água fria. Um fator que interfere diretamente na produtividade nesta etapa é a colonização

por completa do alburno<sup>6</sup> do cepo. Segundo Teixeira e Machado (2004), o alburno precisa ser completamente colonizado pelo fungo antes de ser submetido ao processo de indução, pois neste ponto o micélio acumulou suficiente quantidade de nutrientes para produzir cogumelos.

#### 2.3.4 Frutificação

Nesta etapa os cepos devem ser abrigados em um ambiente diferente do local de incubação, pois as condições de luminosidade, temperatura e umidade ideais para o crescimento dos basidiocarpos são diferentes das condições ideais para os cepos. De acordo com Teixeira e Machado (2004), a UR (umidade relativa) deve ser mantida acima de 85% e a temperatura dependendo da linhagem pode variar de 16 °C a 25°C. A luminosidade deve ser de no mínimo 10 lux. O local ideal para a frutificação deve ser limpo, fresco, úmido, claro e sem entrada de vento.

### 2.4 Arquitetura, metodologia e tecnologias

Este capítulo traz um embasamento literário atual acerca da arquitetura, metodologia e tecnologias utilizadas neste projeto.

#### 2.4.1 Arquitetura MVC

Conforme Steve Burbeck (1992) a arquitetura MVC (*Model View Controller*) que significa modelo visualização controlador, é uma arquitetura de *Software* que visa separar a lógica do negócio da lógica de apresentação permitindo o desenvolvimento, teste e manutenção isolado de ambos. Podemos subdividir este padrão de construção de *Software* em três camadas distintas, cada uma desempenhando um papel específico no funcionamento do *Software*.

#### 2.4.2 Metodologia

Para a documentação da construção da ferramenta e também para a especificação e compreensão de todos os seus requisitos, foi adotado o processo de engenharia de *Software* RUP, simplificado para as dimensões deste projeto. Conforme Imasters (2010), o RUP (*Rational Unified Process*) que significa Processo Unificado Racional é um processo de engenharia de software que utiliza a UML (*Unified Modeling Language*) que significa Linguagem de Modelagem Unificada e

---

<sup>6</sup> Alburno = Parte externa, mais nova e funcional, da madeira em plantas lenhosas.

que de acordo com Omg.org, (2010) é uma linguagem de modelagem que auxilia na especificação, visualização e documentação de modelos de *Software* incluindo sua estrutura e projeto de uma maneira que seja possível conhecer todos os requisitos.

A abordagem do processo RUP é baseada em disciplinas, estas disciplinas geram uma série de documentos relativos ao projeto denominados artefatos. Cada artefato é um tipo de documento que possui uma função específica que é fundamental para o planejamento e organização do projeto sendo necessária a sua manutenção durante todo o desenvolvimento do mesmo. (W THREEEX, 2010). A Figura 1 ilustra o diagrama de classes que é um dos artefatos utilizados no processo RUP.

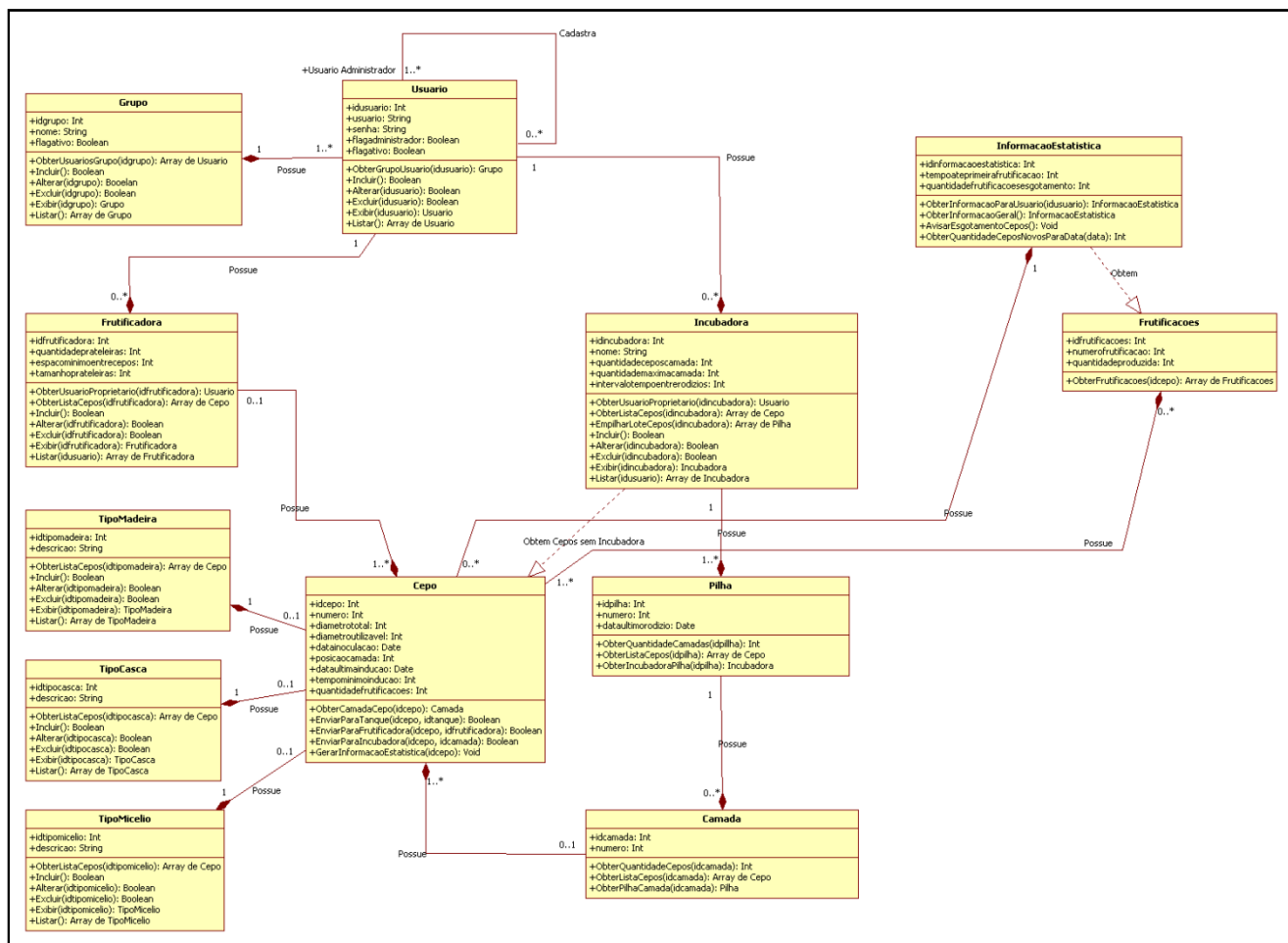


FIGURA 1 – Artefato diagrama de classes  
Fonte: Autor

### 2.4.3 PHP e PHPNucleum

PHP, que significa "PHP: *Hypertext Preprocessor*" ou preprocessador de hipertexto é uma linguagem de programação de ampla utilização, interpretada, que é especialmente interessante para



desenvolvimento para a Web<sup>7</sup>. Conforme Php.net (2010), o PHP pode trabalhar de uma maneira totalmente remota denominada *Server Side* ou no lado servidor, a Figura 2 demonstra o processo de geração de páginas dinâmicas com o PHP trabalhando no lado servidor. De acordo com Soares (2000, p. 6), o PHP possui funções nativas para efetuar conexões com os principais SGBDs (Sistemas Gerenciadores de Banco de dados) e para os demais SGBDs para os quais o PHP não possui funções nativas de conexão, há possibilidade de conexão via driver ODBC (*Open Data Base Connectivity*) que significa conectividade aberta para bancos de dados.

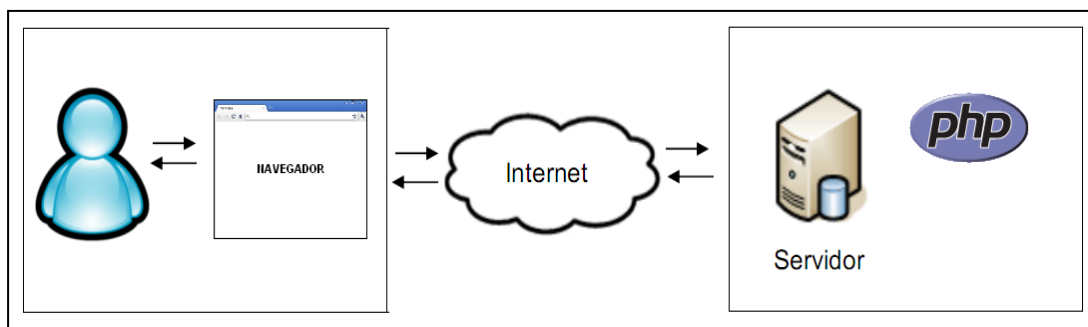


FIGURA 2 - Processo de Geração de Páginas Dinâmicas utilizando a Linguagem PHP  
 Fonte: Dados fornecidos pelo site PHP. Net (2010), elaborada pelo autor

Desenvolvido pela NSA (Núcleo de Sistemas Administrativos) da Faccat (Faculdades Integradas de Taquara), o PHPNucleum é um conjunto de códigos PHP, Javascript<sup>8</sup> e ferramentas para a geração de código distribuído sob a licença GPL ou *General Public License*, que significa Licença Geral Pública. Engloba diversas funcionalidades destinadas a tornar ágil a codificação de um *Software*<sup>9</sup>. Entre as principais funcionalidades encontradas no PHPNucleum podemos citar a geração de código para a manipulação dos dados no SGBD com uma série de controles de segurança e correlação dos dados que compõem grande parte da camada de Modelo na arquitetura MVC, geração da interface<sup>10</sup> visual para que seja possível a interação do usuário com o programa PHP e consecutivamente com os dados armazenados no SGBD.

#### 2.4.4 Flex Framework e AMFPHP

O *Flex Framework* é um pacote de desenvolvimento gratuito e de código aberto criado pela empresa Adobe com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de aplicações ricas para *Internet* através de interfaces que rodam no navegador do usuário no formato SWF (Shockwave Flash), ou seja, através do *Flash Player* (ADOBE.COM, 2011).

<sup>7</sup> Web = rede mundial de computadores na Internet.

<sup>8</sup> Javascript = linguagem de programação interpretada por navegadores de Internet.

<sup>9</sup> Software = programa de computador.

<sup>10</sup> Interface = conjunto de meios planejadamente dispostos com objetivo de fazer a adaptação entre dois sistemas.

AMFPHP é um RPC (*Remote Procedure Call*) ou procedimento de chamada remota para PHP de código aberto que possibilita tanto a serialização por AMF0<sup>11</sup> ou AMF3<sup>12</sup> que pode ser utilizado em conjunto com o *Flex Framework* entre outros MVC frameworks. É mantido por um grupo não organizacional de desenvolvedores e atualmente a versão 2.0 esta sendo desenvolvida e encontra-se em fase Beta (AMFPHP.SOURCEFORGE.NET, 2011).

### 3. Desenvolvimento da ferramenta

A partir dos problemas discutidos no referencial teórico acerca do processo de produção do cogumelo Shiitake, e baseando-se nas tecnologias discutidas na seção 2.4, partiu-se para o desenvolvimento da ferramenta para controle produtivo do mesmo.

A ferramenta desenvolvida é composta por alguns módulos que tem funções bem definidas e que trabalham em conjunto para o funcionamento global da mesma produzindo ao final as informações estatísticas que auxiliam o produtor no processo de planejamento.

Esta seção descreve a construção da ferramenta detalhando como os aspectos de arquitetura, metodologia e tecnologia retratados na subseção 2.4 foram utilizados na implementação da mesma.

#### 3.1 Aspectos funcionais

Conforme citado anteriormente, a ferramenta desenvolvida é composta de alguns módulos criados para resolver o problema exposto. As subseções a seguir detalham os módulos que foram desenvolvidos na ferramenta, mostrando a importância e as principais funcionalidades de cada um.

##### 3.1.1 Módulo de usuários

Para que seja possível para o produtor obter certa previsibilidade sobre seu cultivo assim que comece a utilizar a ferramenta, é necessário utilizar as informações de cultivo dos demais produtores que utilizem a mesma, exceto pelo primeiro que venha a utilizá-la. Com o uso da ferramenta, ela passará a produzir informações cada vez mais precisas sobre o cultivo de cada usuário que a utilize. Obviamente, as informações produzidas sobre o cultivo de um determinado usuário serão sempre mais precisas e confiáveis para o cultivo do mesmo do que para as situações de cultivo dos demais e vice-versa devido a diversos fatores que podem influenciar como clima da

---

<sup>11</sup> AMF0 = Protocolo de comunicação sem compressão de dados entre programa que roda no computador cliente com o programa que roda no computador servidor.

<sup>12</sup> AMF3 = Protocolo de comunicação com compressão de dados entre programa que roda no computador cliente com o programa que roda no computador servidor.

região em que se encontra o cultivo, solo em que a madeira se desenvolveu, idade do micélio, cuidados com contaminantes, etc. Por essa razão, a ferramenta atribui um peso menor as previsões geradas com informações oriundas dos demais usuários do que para as informações originadas através do cultivo do próprio usuário em questão.

Para que haja essa distinção entre os dados no sistema, um dos primeiros passos na elaboração da ferramenta foi a criação de um controle de usuários que tem por finalidade o isolamento das informações pertencentes a cada um exceto pelas que devem ser compartilhadas. Este controle separa os usuários em grupos como ilustra a Figura 3 e cada um destes grupos possui um ou mais usuários administradores do grupo. O único usuário que tem o poder de criar novos grupos é o usuário administrador do sistema, os administradores de grupos podem apenas criar novos usuários dentro de seus grupos. Com este controle, assim que o usuário se conectar no sistema, todas as informações pertencentes somente ao seu grupo são carregadas e disponibilizadas para acesso e manipulação.

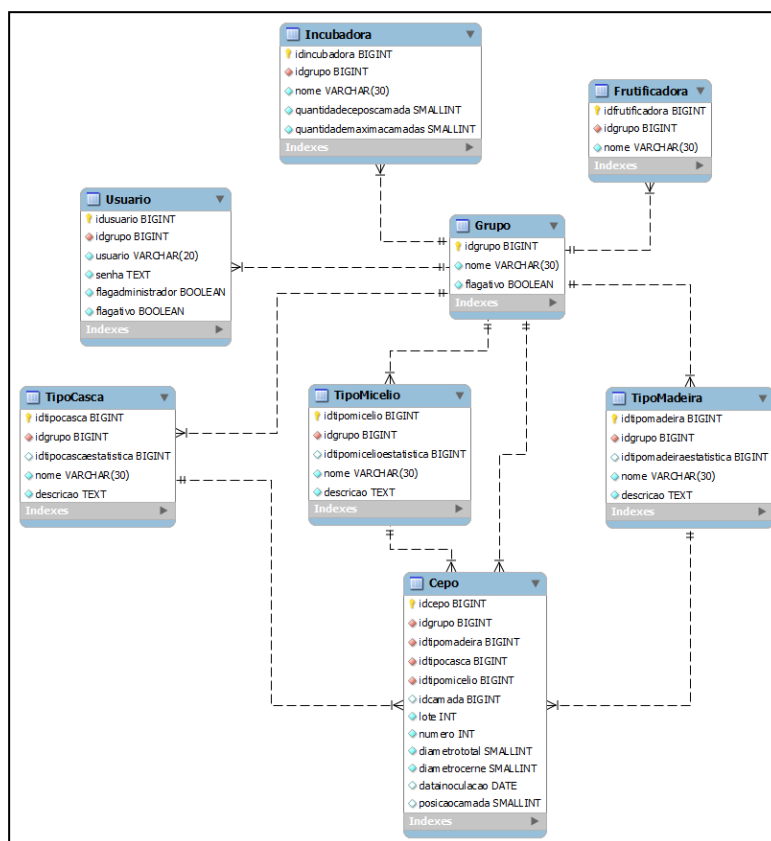


FIGURA 3 – Parte do artefato modelo de dados, isolando tabelas relevantes ao módulo de usuários  
Fonte: Autor

### 3.1.2 Módulo central

Este módulo engloba todas as operações que tem relação direta com o processo de cultivo do cogumelo Shiitake em cepos. Para que o sistema possa produzir as informações que irão prever

estatisticamente o destino dos cepos colonizados pelo Shiitake, estes devem ser classificados de acordo com a espécie de madeira, o tipo da casca desta madeira, o diâmetro total e também do cerne, a data em que foi implantado e a linhagem do micélio que foi utilizada no cultivo. Esta operação de cadastramento dos cepos deverá ser efetuada sempre que um novo lote de cepos for introduzido no cultivo seja por indicação do próprio sistema através do módulo de controle de eventos para que o nível da produção de cogumelos se mantenha ao longo do tempo ou pelo usuário que esteja replanejando sua produção a fim de expandi-la. Cada cepo que é registrado no sistema é identificado por um número único e sequencial.

### 3.1.2.1 Algoritmo de empilhamento uniforme

Após os cepos passarem pelo processo de inoculação e serem registrados no sistema, é necessário que eles sejam levados a etapa de incubação onde serão empilhados para que o Shiitake possa se desenvolver no interior dos mesmos. Para que as colheitas de cogumelos que normalmente são efetuadas em lotes semanais sejam uniformes, ou seja, a cada semana o produtor consiga obter uma quantidade parecida de cogumelos, é necessário que as pilhas possuam uma quantidade parecida de cepos de cada diâmetro de que o lote é composto. Para que isto ocorra, o sistema conta com um algoritmo que classifica os cepos em suas pilhas de uma maneira também uniforme.

Fazendo uso do seguinte exemplo hipotético pode-se compreender o funcionamento deste algoritmo: o produtor possui um lote de 50 cepos de madeira de Eucalipto, cada um destes cepos possui um diâmetro que pode ser igual a um ou mais cepos do lote conforme descrito na Tabela 1.

TABELA 1 – Lote de cepos hipotético

<b>Diâmetro</b>	<b>Quantidade</b>
6	4
7	15
8	14
9	9
10	6
11	1
12	1
<b>Total</b>	<b>50</b>

Fonte: Dados hipotéticos, elaborada pelo autor

Supondo que cada pilha de cepos empilhados possui o padrão de cinco cepos por camada e no máximo cinco camadas, teremos o lote de cepos hipotético empilhado em duas pilhas em processo de incubação como demonstra a Figura 4.

Pilha1					Pilha2				
27	16	13	14	11	34	26	48	24	46
18	3	10	25	15	36	41	20	39	47
6	23	5	22	4	45	35	9	30	43
1	8	12	7	29	40	49	32	42	37
2	21	19	17	50	44	33	28	31	38

FIGURA 4 – Lote hipotético de 50 cepos empilhados exibindo os números  
 Fonte: Dados hipotéticos, elaborada pelo autor

Percebe-se na Figura 4 que com o processo de empilhamento, os números dos cepos não seguem o mesmo padrão de ascendência conforme eles foram registrados dentro do lote, isto se deve ao algoritmo de empilhamento uniforme adotado como critério para o empilhamento o diâmetro de cada cepo fazendo com que cada pilha sempre tenha aproximadamente a mesma quantidade de cepos de cada diâmetro como podemos ver na Figura 5 e fazendo com que os cepos de diâmetro menor fiquem abrigados no interior da pilha evitando a rápida perda de umidade que é inversamente proporcional ao tamanho do diâmetro.

Pilha1					Pilha2				
10	8	7	8	10	10	8	6	8	9
9	8	7	7	9	9	7	6	7	8
9	7	7	7	9	8	7	6	7	8
10	8	7	8	9	9	7	6	7	9
12	8	7	8	11	10	8	7	8	10

FIGURA 5 – Lote hipotético de 50 cepos empilhados exibindo os diâmetros  
 Fonte: Dados hipotéticos, elaborada pelo autor

### 3.1.3 Módulo de coleta e geração de informação estatística

Depois de alguns meses na etapa de incubação, o Shiitake se desenvolveu completamente no interior dos cepos acumulando quantidade suficiente de nutrientes para que possa emergir na forma de cogumelos, é nesse momento que ele deve ser levado a etapa de frutificação. A ferramenta dispõe de uma interface que representa a incubadora exibindo todas as pilhas e os cepos que a compõem conforme ilustrado na Figura 4 e também uma interface que representa a frutificadora exibindo as estantes bem como os cepos que estão em estágio de frutificação em cada uma delas conforme demonstra a Figura 6.

Estante1		
Número	Data	Produzido
2	04/11/2011	100
7	04/11/2011	95
12	04/11/2011	97
13	04/11/2011	101
18	04/11/2011	88
19	04/11/2011	91

Capacidade: 60 de 60

FIGURA 6 – Estante da frutificadora exibindo os cepos, a data em que foram colocados em frutificação e as quantidades produzidas até o momento

Fonte: Dados hipotéticos, elaborada pelo autor

Quando os cepos são levados a frutificação, a ferramenta registra em um histórico este fato, armazenando a data e incrementando o número de frutificações de cada um e elegendo por sorteio a quantia de três cepos de cada diâmetro para que o usuário registre a quantidade de cogumelos que será produzida por estes. As quantidades de cogumelos produzidas pelos cepos eleitos devem sempre ser registradas após toda a colheita afim de que o dado obtido esteja correto. Após alguns dias nesta etapa de frutificação, os cogumelos param de emergir da madeira e isto indica que os cepos devem retornar para a etapa de incubação para acumular novos nutrientes. Assim que o usuário efetue a operação de levar novamente os cepos a incubação, o sistema irá registrar no histórico a data de saída e com o conjunto das informações obtidas até o momento é possível saber através do módulo de controle de eventos:

- Quanto tempo decorre para que um cepo inoculado em determinada data esteja pronto para sua primeira frutificação?
- Quantos dias de frutificação são necessários em determinada época do ano para que o cepo forneça a quantidade máxima de cogumelos de acordo com o número de frutificações que o mesmo já possui?
- Qual a produtividade média de um cepo de acordo com o número de frutificações já fornecidas pelo mesmo?

Após algum tempo incubando novamente, o Shiitake no interior dos cepos acumulou novamente quantidade suficiente de nutrientes para emergir na forma de cogumelos e então o processo de frutificação se repete coletando novamente os dados que formarão a informação estatística. Este processo irá se repetir até que os cepos de madeira não possuam mais nutrientes para que seja possível ao Shiitake emergir como cogumelo e neste momento o usuário deve efetuar a operação de descarte do lote. Com esta operação de descarte, a ferramenta registra novamente no histórico os dados supracitados, porém adiciona uma marca de que aquele lote de cepos chegou ao

fim de sua vida útil e com o conjunto de informações obtidas até o momento é possível saber através do módulo de controle de eventos:

- Quantas frutificações e qual a produtividade média que um cepo de determinada espécie de madeira, linhagem de micélio e tipo de casca fornece?
- Quando será necessário repor mais cepos no cultivo para que a produtividade deste se mantenha ou para alcançar uma produtividade almejada?

#### 3.1.4 Módulo de controle de eventos

A função deste módulo é ler os históricos e formular as estatísticas. Toda vez que o usuário acessar o sistema, este módulo irá lhe apresentar através de uma interface as datas limites para introduzir novos cepos no cultivo afim de que seja possível ao usuário manter o nível de produtividade almejada que ele informou ao módulo. Além disso, esta interface disponibiliza ao usuário diversas funcionalidades para que seja possível a ele responder as perguntas levantadas na subseção 3.1.3.

#### 3.1.5 Módulo de auditoria de informações

O usuário administrador do sistema terá uma visão diferenciada do mesmo que os demais usuários. Como mencionado anteriormente, este usuário poderá criar novos grupos de usuários e também deverá cadastrar todas as espécies de madeiras, linhagens de micélio e tipos de cascas que são utilizadas pelos demais usuários do sistema. Estes cadastros são necessários pelo fato de que dois usuários distintos podem se referenciar de maneiras diferentes em seus cadastros de espécies de madeiras a uma mesma espécie de madeira em comum e o mesmo pode ocorrer com linhagens de micélio e tipos de cascas, então é necessário que o administrador audite estas informações de ambos correlacionando-as a uma espécie de madeira, linhagem de micélio ou tipo de casca comum para todos. Essa auditoria também ocorre com as informações sobre os cepos oriundas dos processos de cultivos de todos os usuários que utilizam o sistema, aqui o administrador deve julgar se as informações que são originadas de determinado usuário são válidas e devem entrar para a composição da base estatística no âmbito geral que por sua vez irá ajudar a compor as estatísticas individuais de cada usuário com menor peso que as estatísticas originadas do próprio cultivo do mesmo.

### 3.2 Aspectos tecnológicos, arquiteturas e metodológicos

Esta subseção descreve todos os aspectos que tem relação com a tecnologia, metodologia e arquitetura utilizada na construção da ferramenta.

#### 3.2.1 Aspectos tecnológicos e arquiteturas

Como os requisitos funcionais da ferramenta exigem que ela compartilhe informações entre seus usuários, isto originou o requisito tecnológico de esta ser desenvolvida para plataforma *Web*. Como mencionado anteriormente, o PHPNucleum gera código para as três camadas da arquitetura MVC, sendo que para a camada de visualização, utiliza as tecnologias Javascript e HTML (*Hypertext Markup Language*) que significa Linguagem de Marcação de Hipertexto em conjunto para elaborar a interface de interação com o usuário compondo a camada de visualização. Porém como os requisitos da ferramenta em questão exigem interações complexas entre o usuário e a mesma, a camada de visualização gerada pelo PHPNucleum foi substituída por uma elaborada com o uso do *FlexFramework* a fim de tornar mais ágil o desenvolvimento da mesma.

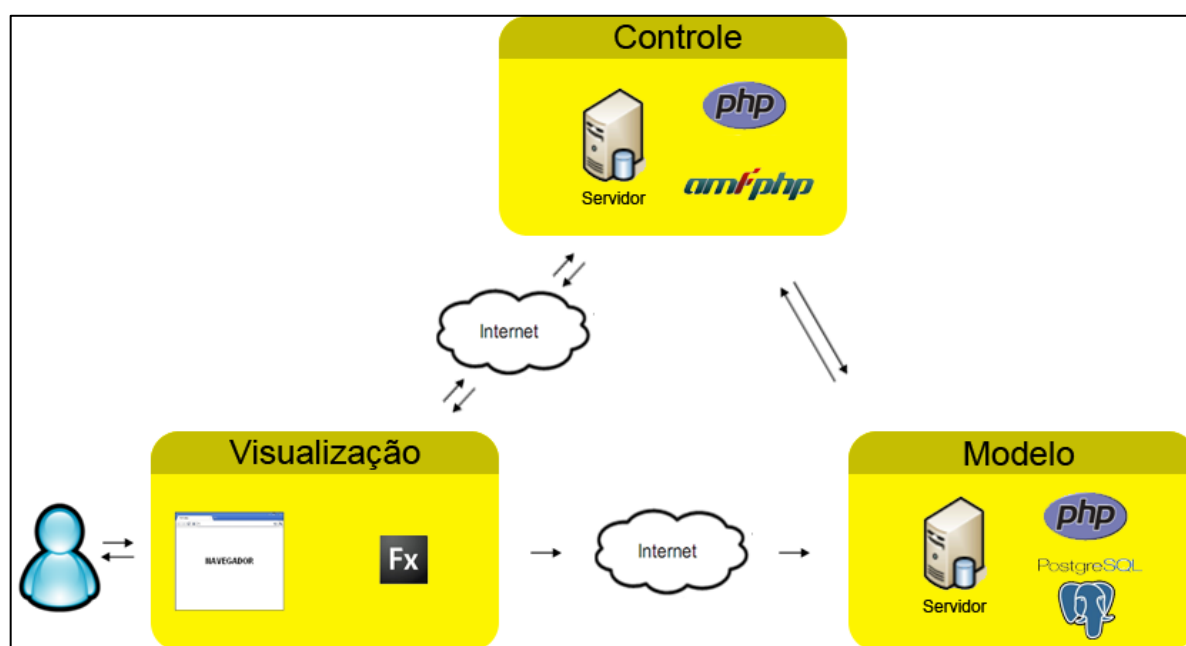


FIGURA 7 – Funcionamento da ferramenta em suas três camadas da arquitetura MVC

Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 7 ilustra o funcionamento da ferramenta em suas três camadas da arquitetura MVC. Assim que o usuário digita em seu navegador o endereço *Web* da aplicação, o arquivo SWF, ou seja, a parte da aplicação que contém os códigos para a camada de visualização da mesma, é requisitada ao servidor que a envia através da *internet* para que o navegador do usuário possa exibi-



la. Esta parte da aplicação roda localmente no computador do usuário e contém somente códigos e funções necessárias para a interação com o mesmo, como a criação de janelas, botões, campos de texto e demais controles necessários bem como códigos para que seja possível a mesma enviar e receber requisições para o servidor.

Toda vez que é necessário o processamento de algum dado que não tenha relação com a camada de visualização, por exemplo, a leitura de dados de uma tabela no banco de dados ou algum algoritmo de ordenação, é enviada uma requisição através da internet para o servidor onde se encontram as camadas de controle e modelo para que a camada de controle possa fazer as consultas necessárias através da camada de modelo ou simplesmente processar a requisição e enviar a resposta à camada de visualização. Se um algoritmo na camada de controle não necessite de acesso ao banco de dados, ele poderia estar contido na camada de visualização, porém é necessário ressaltar que isso deixaria o tamanho do arquivo SWF maior tendo um custo na etapa de download do mesmo para o navegador do usuário. Na camada de controle, o AMFPHP recebe as requisições vindas da camada de visualização e chama os algoritmos PHP necessários para que os mesmos executem o processamento necessário.

Como mencionado, o processamento da camada de controle pode envolver uma operação no banco de dados, por exemplo, inclusão, alteração, consulta ou exclusão de algum dado, então é necessário fazer o uso de informações contidas em arquivos chamados classes, que são arquivos que contém o mapeamento de objetos e modelos necessários à manipulação dos dados no banco de dados PostgreSQL. Estes arquivos estão contidos na camada de modelo juntamente com boa parte de códigos relativos às regras de negócio do cultivo de cogumelos Shiitake.

### 3.2.2 Aspectos metodológicos

Para que a construção da ferramenta, manutenção e aperfeiçoamento futuro da mesma ocorram de forma organizada, a construção da mesma foi guiada pelo processo de desenvolvimento RUP, o qual possibilitou a documentação do sistema através de artefatos da UML inerentes ao processo de desenvolvimento. Como mencionado, o processo RUP foi simplificado para as dimensões deste projeto, englobando apenas os artefatos de requisitos, diagrama de casos de uso, diagrama de classes, diagrama de pacotes, diagrama de modelo de dados e diagrama de implantação. Estes artefatos têm uma relação íntima com as camadas de controle e modelo na arquitetura MVC.

O artefato de requisitos é muito importante para a detecção das regras do negócio de cultivo do cogumelo Shiitake e até mesmo para o estudo e escolha da tecnologia a ser utilizada na construção e aperfeiçoamento da ferramenta. O artefato modelo de dados contém informações que

possibilitam a geração de código para a camada de modelo com o uso de um gerador contido no pacote do PHPNucleum ressaltando aqui novamente a importância da utilização da arquitetura MVC para este projeto. A Figura 8 ilustra o diagrama de pacotes que descreve a relação dos diversos pacotes ou módulos do sistema e como estes se relacionam entre si para o funcionamento global do mesmo e para que se tenha uma visão de como ocorre o processamento e as conexões entre os elementos que compõem o sistema, a Figura 9 ilustra o diagrama de implantação.

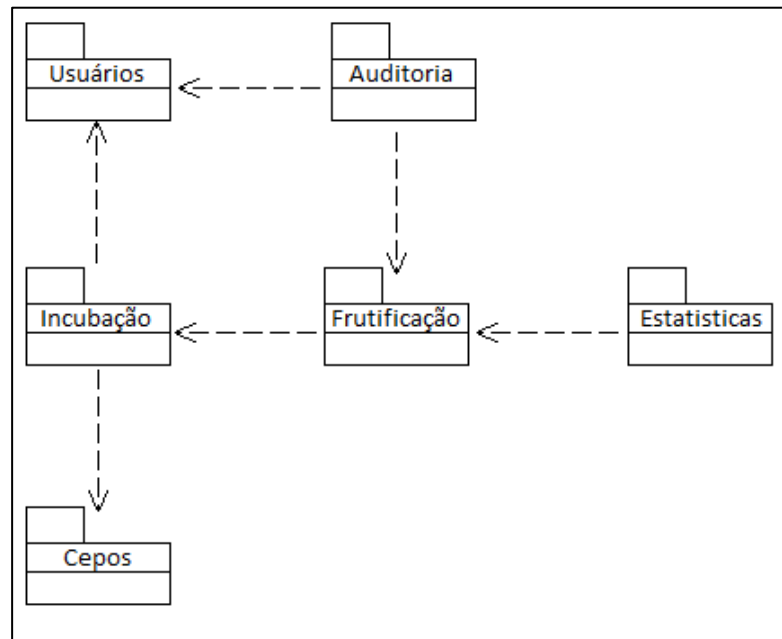


FIGURA 8 – Diagrama de pacotes  
 Fonte: Elaborada pelo autor

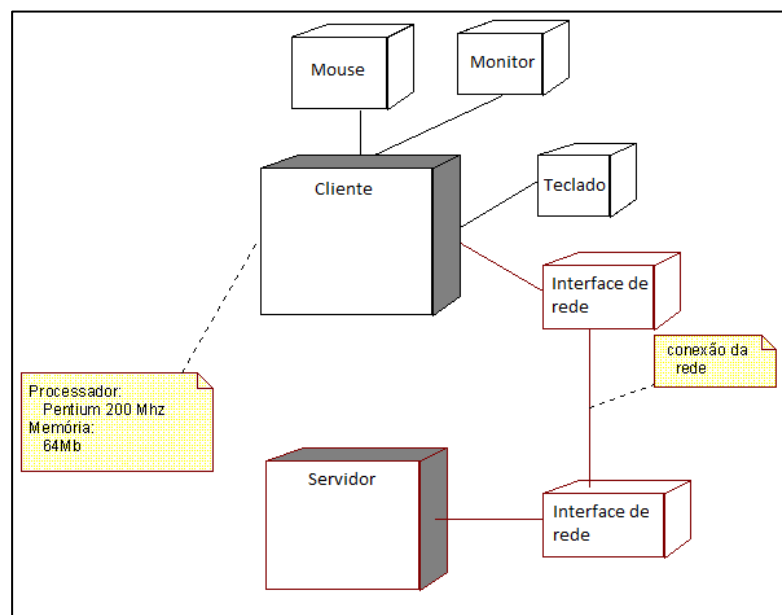


FIGURA 9 – Diagrama de implantação  
 Fonte: Elaborada pelo autor

#### **4. Resultados obtidos**

Para que fosse possível realizar os testes necessários na ferramenta e até certo ponto desta etapa não havia uma base real para isso, foi necessário o desenvolvimento de um algoritmo que simulasse o cadastramento de vários lotes de cepos com diâmetros que variavam de 10 a 15cm de espessura como é usualmente descrito na literatura especializada. Os testes para as funcionalidades descritas na subseção 3.1, foram em boa parte simulados através do adiantamento do relógio do computador que hospeda a aplicação. Desta forma foi possível a análise minuciosa do comportamento da mesma e foi possível constatar que como os cálculos para os dados estatísticos são baseados em medidas de posição como média aritmética e mediana, e medidas de dispersão como desvio médio, desvio padrão e variância, a margem de erro das previsões reduz conforme o uso da ferramenta. Porém vale ressaltar que como a simulação não reproduz os efeitos reais de variação climática, o tempo de uso da ferramenta pode ser maior até que as previsões atinjam uma margem de erro mínima.

#### **5. Conclusões**

Com a utilização adequada da ferramenta apresentada neste projeto, é possível aos produtores de Shiitake aperfeiçoarem o controle do processo de suas produções, pois a mesma proporciona através do registro dos eventos que ocorrem com os muitos cepos que compõe a produção, a obtenção de previsões mais apuradas de datas, quantidades e lucros da produção. Desta forma é possível para os primeiros produtores em um espaço de tempo que pode variar de médio a longo prazo, melhorarem sua resposta às demandas do mercado de cogumelo Shiitake, ter um melhor controle de seu processo de produção e um melhor gerenciamento dos lucros e finanças obtidos com seu negócio.

Assim estes produtores irão gerar informação para que os próximos que aderirem à idéia de adotar uma ferramenta com esta, possam obter os mesmos resultados, porém em um espaço de tempo cada vez mais curto conforme a quantidade de dados estatísticos produzidos com o uso da mesma aumente.

Também são possíveis diversos tipos de aperfeiçoamentos a esta ferramenta, principalmente em relação ao controle e registro do maior número possível de variáveis que possam interferir de alguma maneira no processo de cultivo em cepos, que são em maior parte as variáveis relacionadas ao clima.

## Referências

AMFPHP. Índice Disponível em:  
<<http://amfphp.sourceforge.net/>>.  
Acesso em: 26 abr. 2011.

ADOBE. Índice Disponível em:  
<<http://www.adobe.com/products/flex.html>>.  
Acesso em: 26 abr. 2011.

BONONI, Vera Lúcia... et. al **Cultivo de Cogumelos Comestíveis**. 2 ed. São Paulo: Ícone, 1999. 206 p.

BONONI, Vera Lucia Ramos; TRUFEM, Sandra Farto Botelho. **Cogumelos Comestíveis**. São Paulo: Ave Maria, 1985. 83 p.

COGUMELOS MÁGICOS. **Cultivo de Shiitake**. Disponível em:  
<<http://www.cogumelomagicos.org/forum/showthread.php?129-Cultivo-de-Shiitake>>.  
Acesso em: 05 dez. 2010.

COSTA, Elton Luiz Guimarães. **Entomofauna Associada ao Cultivo de Shiitake no Município de Arroio do Padre. Artigo Acadêmico**. Universidade Federal de Pelotas. 2007.

IMASTERS. **RUP – Verdades e Mitos**. Disponível em:  
<[http://imasters.com.br/artigo/11624/gerenciadeprojetos/rup\\_-\\_verdade\\_e\\_mitos/](http://imasters.com.br/artigo/11624/gerenciadeprojetos/rup_-_verdade_e_mitos/)>  
Acesso em : 07 dez. 2010.

MOLENA, Oscar. **O Moderno Cultivo de Cogumelos**. São Paulo: Nobel, 1986. 170 p.

OMG.ORG. **Introduction to OMG's Unified Modeling Language (UML)**. Disponível em:  
<[http://www.omg.org/gettingstarted/what\\_is\\_uml.htm](http://www.omg.org/gettingstarted/what_is_uml.htm)>  
Acesso em : 07 dez. 2010.

PHP.NET. **What is PHP?** Disponível em:  
<<http://www.php.net>>.  
Acesso em: 05 dez. 2010.

STEVE BURBECK. **Applications Programming in Smalltalk-80(TM): How to use Model-View-Controller (MVC)** Disponível em:  
<<http://st-www.cs.illinois.edu/users/smarch/st-docs/mvc.html>>.  
Acesso em: 28 nov. 2011.

SOARES, Wallace. **Programando em PHP: conceitos e aplicações**. São Paulo: Érica, 1967. 386 p.

TEIXEIRA, Eliana Maria; MACHADO, José Octávio. **O Cultivo do Cogumelo Shiitake em Cepas**. 2. ed. São Paulo: Funep, 2004. 68 p.

W THREEX. **Rational Unified Process (RUP)**. Disponível em:  
<<http://www.wthreex.com/rup/portugues/index.htm>>  
Acesso em: 05 dez. 2010.

Luciano Renato de Oliveira

Nº Matrícula: 20309261

Telefone: (54)91768706

*e-mail: iam.luciano.oliveira@gmail.com*