

Sistema de coleta, armazenamento e controle de dados ambientais na produção de suínos utilizando tecnologias de baixo custo

Maximiliano Z. Pezzin, M Sc, UnC Concórdia, max@unc.br
Nilton Suzuki Kazuo, M Sc, UnC Curitiba, nkazuo@unc.br

Resumo

A automação de processos de produção é muito mais do que uma forma de melhorar a produtividade e a competitividade de um empreendimento. A utilização de métodos autômatos e informatizados auxiliam na padronização, agregam valor, racionalizam os custos, apoiam na manutenção da qualidade e possibilitam o rastreamento/análise histórica dos dados armazenados relativos ao processo produtivo. Partindo-se do princípio de que a automação traz consigo mais vantagens do que desvantagens, há de se buscar formas e meios de disseminar o uso destas tecnologias, em especial quando se contempla a contínua e crescente competitividade entre empresas. É natural se pensar que o uso de tecnologia está associada a custos elevados e mão de obra pouco disponível. A presente proposta busca enfrentar alguns preconceitos, ao apresentar um modelo de automação de coleta de dados e gerenciamento básico de dispositivos, com baixo custo de implantação e manutenção, tendo ainda a possibilidade de armazenamento de dados históricos. Para completar, o modelo permite, inclusive, o acesso e gerenciamento remoto das variáveis ambientais relacionadas a produção de suínos, sempre focado no baixo custo e disseminação da tecnologia na área de produção.

Palavras-Chave: Automação, variáveis ambientais, bem-estar animal, produtividade, coleta de dados.

1. Introdução

A competitividade é a grande promotora da evolução dos processos produtivos. A busca por métodos e técnicas inovadoras pode ser apontada como o fator chave para o sucesso de um empreendimento, visto a necessidade contínua de aprimoramento dos modelos de produção, principalmente ao contemplar a competição entre empresas, em sua incessante busca por melhores resultados e posicionamento no mercado.

O advento da informática revolucionou e continua gerando novas formas de aquisição e manipulação de dados, essencial para a sobrevivência empresarial. No contexto da automação, SUGAWARA(2003), já em 2003, afirma que empresas devem utilizar sensores e transdutores associadas a equipamentos automatizados de coletas de informações, bem como associar a bancos de dados, o que permitirá a geração de novas formas e modelos de busca e armazenamento de dados, inovando e diferenciando seus serviços e produtos.

A possibilidade de armazenar e manipular os dados históricos, associados a modelos de processamento e automação de processos abre um leque de possibilidades, agregando diversas vantagens, tanto em qualidade como nos custos envolvidos, pois o uso destes dados armazenados viabiliza uma melhor tomada de decisão, pois as variáveis do processo agregam conhecimento e possibilitam a racionalização dos recursos envolvidos, ou seja, aumentam a competitividade.

Não é de hoje a preocupação com o uso de dados históricos. LIRANI(2005) discorre justamente sobre a importância, ignorada em alguns segmentos, da necessidade de coleta e armazenamento de informações de produção, justamente para uma melhor tomada de decisão. O BOLETIM(2009) cita diversos motivos pelos quais o armazenamento de dados históricos podem trazer benefícios ao processo de produção. Em projetos onde há a possibilidade de coleta e armazenamento automatizado de dados, é possível vislumbrar um novo universo de aplicabilidades:

- Uso de dados históricos na tomada de decisões futuras;
- Controles de ações básicas, tanto de ajustes ambientais como em caso de emergência;
- Disponibilização de dados on-line;
- Racionalização da utilização de recursos;
- Rápida resposta a interações;
- Maior precisão e confiabilidade nas informações adquiridas;
- Agregar os dados às informações de rastreabilidade;
- Associação destes dados aos processos futuros.

Cabe ressaltar, que os procedimentos automatizados de coleta evoluíram justamente baseados nas inovações dos recursos computacionais, ou seja, a evolução técnica destes processos de aquisição/coleta/armazenamento de dados está íntima e intrinsecamente associados à contínua evolução dos recursos computacionais LAUDON(2011).

Neste ponto, a compreensão de que os métodos computacionais estão sempre em contínua evolução, associada a inevitável competição entre os modelos de produção das empresas, permite-se chegar a uma conclusão óbvia do que seria um dos principais fatores de sucesso, o custo x benefício do processo.

A questão é que, naturalmente, novidades tecnológicas geralmente tem uma curva de amortização relativamente baixa, tornando os custos de implantação relativamente elevados, por alguns meses ou mesmo anos. Um equipamento de coleta de dados, não raramente tem um custo elevado, e por não trazer resultados imediatos, é naturalmente visto por empreendedores do setor produtivo como algo desnecessário e dispensável.

O fato é que, frequentemente, o custo de desenvolvimento e implantação de projetos que envolvam estas tecnologias acabam se mostrando inviáveis, econômica ou tecnicamente, para a maioria dos produtores, dificultando o acesso a grande parte dos produtores. Mas é importante deixar claro que, sem a coleta de dados históricos, certamente questões de rastreabilidade e de tomada de decisão acaba por tornar-se menos confiável.

Felizmente, a competição entre empresas e tecnologias acaba por gerar uma considerável diversidade tecnológica, tanto no tocante aos recursos, como aos valores envolvidos, fato este que possibilita uma diversidade das características e nos modelos disponibilizados.

E qual a importância de armazenar dados ambientais para a produção de suínos?

A análise, compilação e cruzamento de dados históricos permite que sejam realizados estudos, prognósticos e diagnósticos com base em dados já armazenados no sistema, possibilitando ainda:

- Avaliar se as variáveis ambientais estiveram/estão dentro de padrões aceitáveis;
- Verificar se os padrões de bem-estar animal, exigidos em lei, estão sendo cumpridos;
- Analisar se os critérios de qualidade ambiental propostos pelas agroindústrias de processamento estão adequados;
- Associar os dados registrados aos dados de rastreamento dos animais;
- Implementar técnicas de *datamining* dos dados registrados, na busca por padrões de ocorrências

A tecnologia aplicada, neste projeto, será vista como um recurso, que permitirá a automação dos processos de coleta e armazenamento de dados. Mas, de forma a gerar vantagens operacionais, o próprio sistema coletor permitirá a tomada de ações básicas de gestão e controle de dispositivos primários de interação com ambiente, assim, além da coleta e armazenamento de dados, alguns controles básicos de automação serão disponibilizados.

De uma forma bastante simples, variáveis ambientais básicas podem ser geridas, racionalizando os recursos energéticos e ambientais, tais como:

- Acionamento de ventiladores para diminuir a temperatura local;
- Acionamento de dispersores de água para elevar/ajustar a umidade;
- Liberação e interrupção do fornecimento de água em situações específicas;
- Acionamento de circuitos elétricos de controle de cortinas;
- Acionamento de lâmpadas e/ou equipamentos sonoros em casos específicos.

Expostos os desafios a serem enfrentados, evidenciam-se os objetivos deste projeto, em seus focos econômicos, ambientais, energéticos e de gestão de informações: **Implementar um sistema de aquisição, armazenamento e gerenciamento de variáveis ambientais na produção de suínos, utilizando de tecnologias de baixo custo, de fácil implantação e manutenção, permitindo o acesso gerenciamento remoto.**

O maior desafio do projeto é justamente criar um modelo computacional que colete dados ambientais a baixo custo, permitindo o armazenamento e disponibilização destas informações em tempo real para a tomada de decisões, de forma autônoma (somente o equipamento), de forma integrada (com interação do usuário) ou de forma on-line (via web). Tudo isto associado à uma plataforma de baixo custo tanto em softwares como em hardware.

A socialização de uma tecnologia de baixo custo, associado a um controle mais eficiente, tanto do ponto de vista ambiental e financeiro, destes recursos é vista, pelos autores, como uma forma de inclusão, e uma excelente oportunidade a produtores que sempre estiveram à margem da utilização de tecnologias.

2. Dados ambientais, sua importância e utilização

A importância do acompanhamento das variáveis ambientais, no processo produtivo suíno, torna-se clara quando percebe-se os investimentos e mesmo a atenção conferida pelas empresas, em âmbito global, à fatores de produtividade e qualidade na produção Marangoni_Ruidos(2018).

A questão ambiental, em suas diversas variáveis, pode e deve ser trabalhada de forma ampla. Os vários focos de estudo, abordagens, preocupações e considerações que devem ser abordadas de forma responsável e contemplando o fato de que o trato com seres vivos merece um cuidado e tratamento especial.

Schmidt (2019), em sua resenha relativa às demandas atuais e futuras da cadeia produtiva de suínos, é enfática em afirmar que *“é preciso priorizar questões que envolvem a biossegurança, a sanidade, o bem-estar animal, o uso racional de antimicrobianos e o investimento em mão de obra”*, considerando em especial *“a necessidade e eminente normatização do bem-estar animal no país”*.

Neste ponto cabe ressaltar que apesar da imprescindível necessidade de tratar parâmetros de produtividade e custos, é perceptível a real preocupação do setor em promover avanços tangentes à fatores de qualidade de vida e bem-estar aos animais.

Marangoni_Produtividade(2018), faz cita de forma muito clara que *“a FAWC (Farm Animal Welfare Committee), um grupo destinado a estudar e disseminar as noções de bem-estar animal, instituiu os 5 princípios básicos necessários para a qualidade de vida dos animais”*. Segundo estes princípios, amplamente aceitos pela comunidade científica, defendem que os animais devem estar:

- Livres de medo e estresse;
- Livres de fome e sede;
- Livres de desconforto;
- Livres de dor, lesões e doenças;
- Livres para expressar seu comportamento natural.

O site especializado em produtividade leiteira, MilkPoint(2018), aponta fatores ambientais que afetam diretamente a produtividade, podendo estes serem: físicos, químicos, biológicos, sociais e climáticos. Ainda segundo MilkPoint(2018, apud TITTO 1998), percebe-se que o estudo dos microclimas não é um assunto novo, havendo abordagens ao tema a tempos.

Mais que um mero estudo ou análise, HOFFMANN(2016) afirma que *“considera-se um equívoco o MAPA não definir parâmetros de mensuração de bem-estar animal plausíveis e aplicáveis à realidade da produção animal brasileira, pois dá margem a interpretações tendenciosas ou mesmo ideológicas que podem gerar prejuízos”*.

Certamente, a criação do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) pela lei 6938 de 1981, evidenciou-se a preocupação com o impacto ambiental, em especial com a publicação da resolução 001 de 23/01/1986, que regulamenta o licenciamento ambiental em atividade modificadoras do meio ambiente e seu impacto ambiental.

Esta resolução foi o marco inicial para novas iniciativas e ações que possibilitaram diversas regulamentações relativas às questões ambientais no cenário brasileiro, e sua adequação ao mercado global. Mas, ao mesmo tempo que se preocupou com o impacto ao meio ambiente, pouca atenção foi dada ao estudo do impacto do meio ambiente no setor produtivo. E, segundo HOFFMANN(2016), estudos sobre esta temática ocorrem em países da comunidade europeia, desde a década de 1960.

O que pode ser considerado um mero detalhe ou mesmo um fator sem relevância, tal como a taxa de iluminação dos leitões em fase de creche, realizado por ABREU(2011), em certas condições e situações, a situação ambiental pode afetar os resultados do processo de criação. Apesar do estudo mostrar-se inconclusivo, a realização de coleta de dados permitiria realizar afirmações mais concisas sobre o tema.

Dentre os diversos fatores e variáveis ambientais, que podem e devem afetar o bem-estar animal, destacam-se:

- Temperatura;
- Umidade;
- Pressão atmosférica, associada a umidade e temperatura;
- Taxa luminosidade;
- Presença e quantidade de gases: CO, CO₂, Amônia;
- Nível de ruído.

Estudos envolvendo diversas variáveis ambientais não são uma novidade, como pode ser visto no trabalho realizado por PANDORFI (2007), onde gases são analisados e correlacionados a temperatura, na busca por informações sobre a produtividade na produção e gestação de leitões. O ponto em questão é o custo associado, à época 2007, que torna o procedimento de coleta e monitoramento elevado.

As variáveis ambientais, de temperatura, umidade, ruído, gases entre outros, são citadas são as encontradas em diversos estudos de PANDORFI(2007), BAPTISTA(2011), OLIVEIRA(2015) PADILHA(2017) e mesmo em documentos informativos como a CARTILHA(1998) do governo do Paraná, tem-se o cuidado de citar estas variáveis ambientais como fatores de estresse para os animais, afetando diretamente os parâmetros de produtividade.

Vários desafios surgem quando surge a proposta de coleta e armazenamento de valores ambientais do microclima. OLIVEIRA(2015) e PANDORFI(2007) abordam, entre outras questões, a questão do armazenamento autônomo dos dados, para utilização futura.

Faz-se necessário neste momento destacar que o volume e quantidade de informações coletadas e armazenadas podem ocupar um espaço de armazenamento considerável, sendo necessário definir um modelo eficiente, tanto do ponto de vista técnico como econômico. PADILHA(2017) sugere leituras de valor máximo e mínimo diário, OLIVEIRA(2015) trabalha com valores periódicos.

Os diversos estudos e materiais citados neste tópico expõe de forma muito clara o interesse de pessoas, empresas e instituições em realizar estudos que discorram sobre o impacto das variáveis ambientais sobre a produção de animais.

A seguir será apresentado um modelo de baixo custo para a coleta de dados ambientais, tendo como meta a geração de uma tecnologia de fácil acesso.

3. Proposta de modelo de coleta de dados

Uma busca simples na internet sobre métodos de coleta de dados, retorna diversos experimentos e forma de coleta de dados. Alguns modelos utilizam-se de CLP's comerciais enquanto outros trabalham com controladores para realizar a coleta automatizada, baseada em sensores.

A presente proposta utiliza um controlador e sensores que fazem leituras periódicas dos valores ambientais, sendo os dados armazenados em um cartão de memória, em um computador ou mesmo diretamente em um banco de dados na WEB.

Neste projeto, será utilizado um controlador arduino nano atmel 328 com sensores de:

- Gás amônia;
- Gás monóxido de carbono;
- Luminosidade;
- Temperatura e umidade (interno);
- Temperatura e umidade (externo);
- Pressão e temperatura;
- Ruído.

Entretanto, o sistema de baixo nível contempla ainda atuadores e entradas digitais que permitem controles básicos sobre o processo, tomando por base controles lógicos sobre o processo e as próprias informações ambientais coletadas.

Desta forma, o além da leitura de dados dos sensores de grandezas físicas ambientais, outros controles digitais estarão disponíveis, sendo 3 saídas digitais (integradas a relês com possibilidade de acionamento de 220V) e 2 entradas digitais (integradas a opto-acopladores). Outra funcionalidade permitida no modelo é justamente a interação do usuário na plataforma de alto nível (computador) sendo possível o envio de comandos para

Assim, as metas envolvidas no projeto são:

- Coletar e armazenar informações de todos sensores, continuamente;
- Período de armazenamento: 1 minuto;
- Tempo de armazenamento: 24h X 7 dias;
- Permitir que o usuário final defina o comportamento com base nos valores atuais;
- Integrar totalmente as entradas e as saídas do sistema;
- Possibilitar o acompanhamento das informações em tempo real, localmente ou na WEB;
- Permitir o ajuste dos parâmetros pelo usuário final, localmente ou pela web.

4. A Central de aquisição de dados

O projeto tem como uma de suas principais metas a coleta e armazenamento de dados de forma contínua. Para esta tarefa automatizada, foi escolhido o controlador arduino Nano, pelo seu custo, flexibilidade e capacidade de processamento.



Figura 1 - Arduino nano

Dentre as principais características deste controlador, tem-se portas de entradas e saídas digitais e analógicas já implementadas, com canais seriais de comunicação e controle de energia próprio. Assim, o custo x benefício deste equipamento mostra-se ideal para o desenvolvimento do sistema de coleta de dados e controle dos dispositivos.

A coleta de dados ocorrerá com o auxílio de sensores e de um dispositivo de processamento. Para a leitura das grandezas físicas, serão utilizados os sensores apresentados na tabela 1.

					
BMP085	DHT11	LDR	MQ135	MQ7	KY-038
Pressão	Temperatura Umidade	Luminosidade	Amônia	Monóxido de Carbono	Ruído
300 a 1100 hPa	0-50° 20-90%	Ajustável	10 a 300 ppm	10 a 10000 ppm	Nível de som ajustável

Tabela 1 - Sensores utilizados para a coleta de dados ambientais

Os sensores funcionam de forma independente. Serão implementados dois sensores de temperatura, para o registro da temperatura interna e do ambiente externo das instalações.

O programa do controlador realizará a leitura cíclica dos sensores, armazenando os dados no cartão SD anexo, e/ou enviando para o computador para armazenamento em banco de dados.

Para a atuação no sistema, relês permitirão a utilização de energia em 220V, para o acionamento de ventiladores, dispersores, lâmpadas, bombas de água e válvulas de controle. O sistema tem implementados 3 relês de controle independente.

Para auxiliar e complementar o controle, 2 entradas com isolamento elétrico (opto-acopladores) possibilitam a instalação de botões de controle e dispositivos de contato e interação humana.

Sendo um sistema de controle, haverá a possibilidade de interação do usuário final com o processo, ou seja, seja localmente ou de forma remota, o usuário poderá interagir com os dispositivos de controle do sistema.

Na figura 2 tem-se os dispositivos digitais de controle do sistema.



Figura 2 - Dispositivos digitais de controle. Rele e Opto-acoplador

O sistema CCDA é representado na figura 3, onde pode-se perceber os níveis de processamento, bem como de controle do sistema.

É importante ressaltar que o sistema tem a capacidade de operar com somente o baixo nível implementado, não sendo necessário o alto nível nem mesmo o médio nível. Isto porque o controlador tem a capacidade de armazenar comandos e controles para um funcionamento stand-alone.

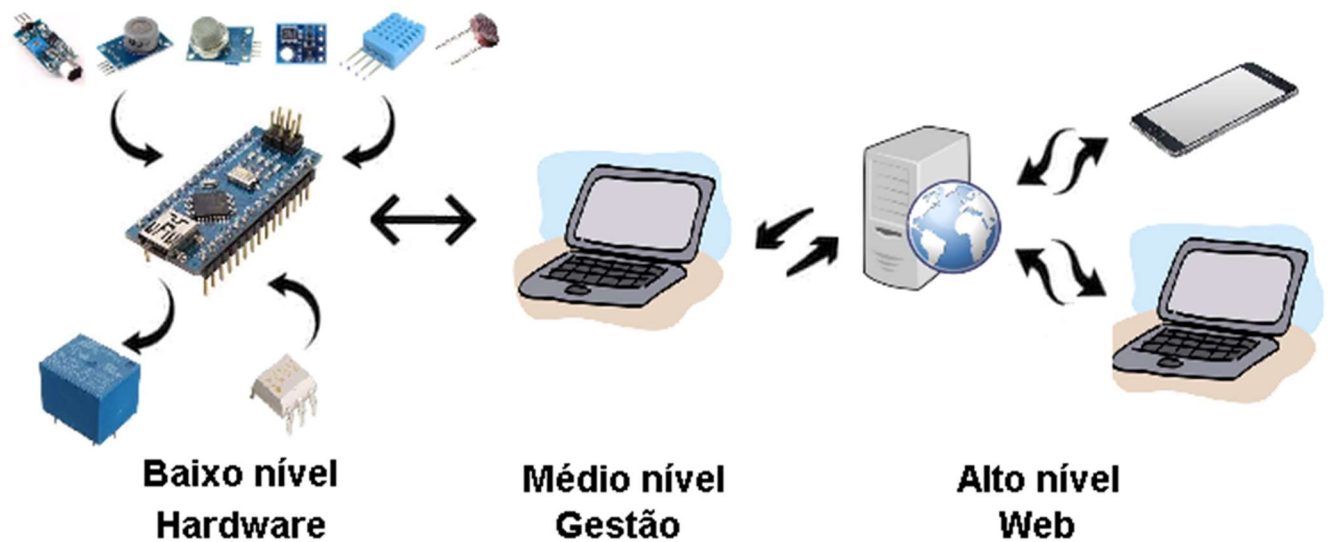


Figura 3 - Sistema CCDA. Níveis de processamento

No caso de utilização do médio nível, há a vantagem de que os dados já estarão armazenados em um banco de dados, local ou web, e o próprio criador terá a capacidade de alterar parâmetros de controle, tais como a temperatura para acionar ventiladores ou dispersores de água.

Da mesma forma que o baixo nível, o médio nível também não precisa do alto nível para seu funcionamento, pois pode armazenar os dados localmente, e, se preciso, enviar os dados posteriormente, de forma automática, assim que a conexão com o servidor na internet for estabelecida. A programação de médio nível é realizada em VB.net, versão 2017.

O alto nível é propriamente o acesso aos dados e controles pela internet. Neste caso, havendo conectividade do médio nível com o alto nível, os dados estarão disponíveis em tempo real, bem como a possibilidade de envio de comandos para os atuadores do sistema, sendo este acesso por qualquer dispositivo que tenha acesso ao servidor. A programação em alto nível é realizada em PHP com Javascript, contemplando o acesso para smartphones em ambientes responsivos.

Importante: O controle sempre será gerido pelo MAIS BAIXO nível ativo. Assim, tem-se as seguintes regras:

- a) Caso somente ativo o nível baixo, os comandos definidos serão executados;
- b) Caso o nível médio esteja ativo, terá prioridade sobre o nível baixo;
- c) Caso o nível alto esteja ativo, terá prioridade sobre os níveis mais baixos;

4.1 Central de coleta de dados ambientais

Na figura 3, é apresentado a placa da central de coleta de dados, estando já conectados os sensores e atuadores descritos no tópico 3, na tabela 1 e na figura 2.



Figura 3 - Placa da Central de coleta de dados ambientais

A controlador da placa pode ser programado, e alterado de acordo com as necessidades específicas de cada criador.

Algumas características destacam este projeto perante outros modelos, em especial:

- Flexibilidade da aplicação;
- Baixo custo de montagem e de manutenção;
- Fácil expansibilidade;
- Componentes de baixo custo;
- Alto nível de integração com outros dispositivos;
- Alto grau de conectividade com outros dispositivos.

4.2 Estruturas e modelos computacionais da CCDA

O projeto busca coletar dados do meio ambiente local, realizar alguns processamentos locais e disponibilizar as informações para utilização futura e para controles locais, assim, vários níveis de controle e processamento de informações.

De forma a agrupar e organizar os dados, são claramente distintos 4 níveis: hardware (circuitos, sensores e atuadores), baixo nível (arduino), médio nível (computador local) e alto nível (servidor web, páginas e dispositivos móveis).

De forma a garantir um produto de custo acessível, todos os componentes utilizados terão baixo custo, mas isto não significa baixa qualidade. O sistema possibilitar a troca de fácil manutenção de componentes que vierem a falhar e apresentarem problemas de operação.

4.2.1 Sensores, atuadores e circuitos

Os sensores apresentados na tabela 1 realizam a leitura e transdução dos dados ambientais para o controlador, o qual se encarregará de realizar o armazenamento dos dados em bancos de dados ou em cartões de memória.

Os sensores podem ser ajustados, calibrados e alterado seu funcionamento, conforme necessidades específicas. No caso de um sensor apresentar falhas, o sistema emitirá um alerta luminoso, bem como será possível perceber a falha na leitura do sensor.

Todo o sistema trabalhará a partir da energia fornecida por uma fonte de 12V, a qual alimentará o arduino, os sensores e os atuadores. O uso de uma bateria de 12V na entrada do sistema permitirá que a coleta dos dados e controle continuem ocorrendo mesmo em queda de energia.

4.2.2 Programação da central de controle de dados ambientais - Baixo nível

O programa do baixo nível, ou central de controle, tem a finalidade de coletar dados e controlar o processo, fazendo a interface entre os equipamentos e o sistema computacional, literalmente fazendo a digitalização dos dados.

A programação do controlador Arduino é realizada em ambiente próprio, sendo no programa do arduino realizadas algumas das calibrações e ajustes dos sensores.

A programação do arduino será feita na plataforma oficial de desenvolvimento.

Haverá duas versões do programa do hardware arduino: **autônoma** e **integrada**.

A versão **autônoma**, permitirá que o sistema funcione de forma totalmente independente. Os parâmetros de acionamento das saídas digitais serão fixas no sistema, bem como os parâmetros das entradas. Por exemplo, o controlador será programado para acionar ventiladores se a temperatura interna superar 30 °C, e os dispersores de água serão ligados se a umidade for inferior a 40%.

Já na versão **integrada (local ou web)**, o usuário final poderá interagir com as variáveis de ambiente, ou seja, definir novos parâmetros para funcionamento dos atuadores. Da mesma forma que no modo autônomo, parâmetros são definidos para os atuadores, mas, caso o usuário tenha interesse, poderá definir novos parâmetros, os quais terão prioridade sobre os parâmetros do controlador. Estes novos parâmetros poderão ser inseridos no computador do médio nível (computador local) ou nos dispositivos de alto nível (computador/smartphone).

Em ambas versões, a coleta de dados ocorre continuamente, no intervalo de 1 minuto. Sendo que, os dados registrados são a média dos valores lidos a cada intervalo de 5 segundos.

4.2.3 Programação da central de monitoração - Médio Nível

O programa do médio nível, ou central de monitoração, será realizada em VB.net 2017. Tem a finalidade de gerenciar o processo, assim tem por funções:

- Receber os dados ambientais e de controle do baixo nível;
- Enviar sinais de controle para o baixo nível;
- Armazenar os dados de baixo nível em banco de dados local;
- Se configurado, enviar os dados ambientais para um banco de dados na web;
- Receber os controles do alto nível e enviar para o baixo nível;

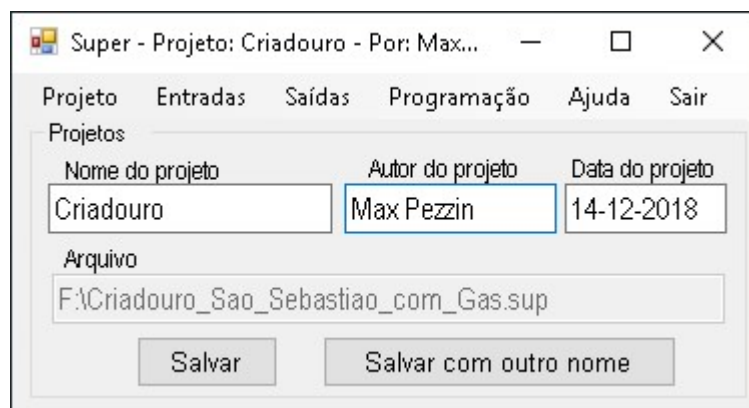


Figura 4 - Tela principal do médio nível - Supervisório

A figura 4 temos principais comandos de gerenciamento do médio nível, diversos comandos e controles serão gerados nesta tela e enviados tanto para o baixo nível como receberão comandos enviados pelo alto nível.

OUT Digital			IN Digital				
X	Descrição	Valor	Ativo	X	Descrição	Valor	Ativo
1	Ventiladores	0	<input type="checkbox"/>	1	Botao_Emergencia	0	<input type="checkbox"/>
2	Dispensores	0	<input type="checkbox"/>	2	Botao_Agua	0	<input type="checkbox"/>
3	Valvulas	0	<input type="checkbox"/>				

Figura 5 - Tela de definição de entradas e saída da central

A figura 5 mostra a tela onde podem-se ser configurados os dispositivos integrados, para serem utilizados na tela de programação, da figura 6.

Programação									
Programação									
	Entrada / Saída	Operação	Valor	Então Saída	Valor	Senão Saída	Valor		
Se	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	=	<input type="text"/>	<input type="text"/>	=	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	=	<input type="text"/>	<input type="text"/>	=	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	=	<input type="text"/>	<input type="text"/>	=	<input type="text"/>
1	SE (Temperatura_Externa > 40)			ENTAO (Ventiladores = 1)					
2	SE (Temperatura_Externa > 35) E (Temperatura_Interna > 30)			ENTAO (Ventiladores = 1)					
3	SE (Umidade < 40)			ENTAO (Dispensores = 1)					
4	SE (Umidade < 45) E (Temperatura_Interna > 35)			ENTAO (Ventiladores = 1) E (Dispensores = 1)					
5	SE (CO >= 30)			ENTAO (Ventiladores = 1) E (Dispensores = 1)					
6	SE (Amonia > 35)			ENTAO (Ventiladores = 1)					
7	SE (Temperatura_Interna >= 40) E (pressao < 96000) E (Umidade < 50)			ENTAO (Dispensores = 1)					
8	SE (Ruído > 1) E (Temperatura_Interna < 37)			ENTAO (Ventiladores = 0)					
9	SE (Umidade > 45) E (Luz < 40)			ENTAO (Dispensores = 0)					

Figura 6 - Tela de programação do supervisor pelo usuário final

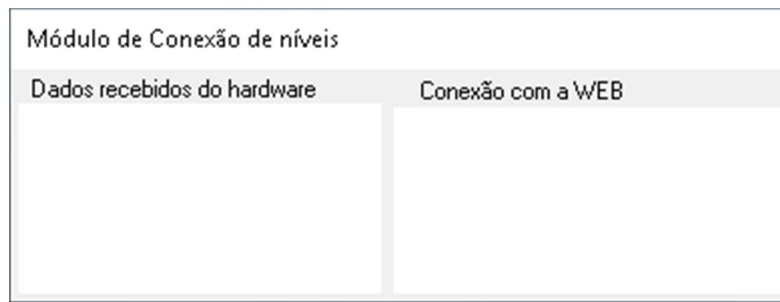


Figura 7 - Tela de conexão de dados do baixo nível e do alto nível

O modo de operação **integrada** é automático, caso o médio nível seja desconectado, a operação do baixo nível permanece, inclusive com os parâmetros enviados pelo médio nível, quando ocorrer novamente a conexão, o dispositivo de baixo nível automaticamente compreenderá a mudança do modo e trabalhará novamente como integrado. Esta regra vale para o médio nível e para o alto nível, sempre que estiverem conectadas e habilitadas.

4.2.4 Programação da central web - Alto Nível

O alto nível do projeto são basicamente algumas telas desenvolvidas em PHP, com javascript e CSS. O site de gerenciamento, acesso remoto e gestão é o <http://www.cdda.eco.br>.

As funções do alto nível são:

- Apresentar os dados, em forma de relatório, tabelas, gráficos;
- Visualizar os dados em tempo real;
- Interagir enviando comandos para a placa de controle do baixo nível;
- Exportar dados em vários formatos;
- Integrar os dados via webservice;

Naturalmente, o acesso ao alto nível poderá ser feito por **qualquer dispositivo** que tenha acesso a internet, sempre a partir do site <http://www.cdda.eco.br>, onde o usuário estará cadastrado e fará acesso a partir de login (cpf/email) e senha.

4.2.5 Programação do dispositivo de acesso móvel

O acesso a dispositivo móvel, em celulares e tablets, garante ao usuário final um acesso mais fácil e rápido, sendo sempre necessária a conexão com o servidor, via internet.

Os dados não serão salvos no dispositivo móvel, mas o acesso, que utilizará login e senha ao site <http://www.cdda.eco.br>, permitindo que sejam visualizadas as variáveis do ambiente, bem como que as saídas dos atuadores sejam atualizadas.



Figura 8 - Tela do supervisorio web, sendo acessada por dispositivo móvel

A tela do supervisorio também ficará disponível, facilitando a interpretação dos dados e a compreensão da análise das atividades em curso.

Os dados são atualizados automaticamente conforme são inseridos no sistema, mas o usuário tem a opção de solicitar atualização imediata, bem como alterar a taxa de atualização, que deverá sempre ser superior a 60 segundos.

4.2.6 Banco de dados de armazenamento

Os dados do sistema serão armazenados em cartões de memória e, sempre que esteja conectado ao médio nível, em banco de dados MySQL. Caso o médio nível perceba a conexão com a internet, e esteja habilitado armazenamento no servidor web a conexão com o alto nível ocorre e os dados ainda não sincronizados são então enviados a central web, onde outro banco MySQL armazenará os dados.

Todas ações, controles e dados serão armazenados no banco de dados, permitindo a rastreabilidade de dos eventos e informações que ocorrerem no sistema. Assim, caso esteja conectado e habilitado, o sistema armazenará os dados em um banco de dados local, o supervisor local estará disponível com dados em tempo real.

Se o sistema web estiver acessível e habilitado, o sistema armazenará os dados em um banco de dados na web, neste caso a tela de gestão remota estará disponível.

5. Central em operação e seus resultados

Apesar da complexidade e diversas tecnologias envolvidas, o sistema segue a premissa de ser simples, tanto em operação como em funcionamento.

O sistema pode trabalhar em alguns modos de operação:

- Básico sem coleta de dados;
- Básico com coleta de dados;
- Interativo com e sem atuação;
- Remoto com e sem atuação.

5.1 Modo básico sem coleta de dados

Neste modelo de processamento, não ocorre o armazenamento de dados, e não há interações com outros níveis de controle. O controlador, com base nas suas regras, e nos valores das variáveis, faz o controle dos atuadores, acionando e desligando os controles.

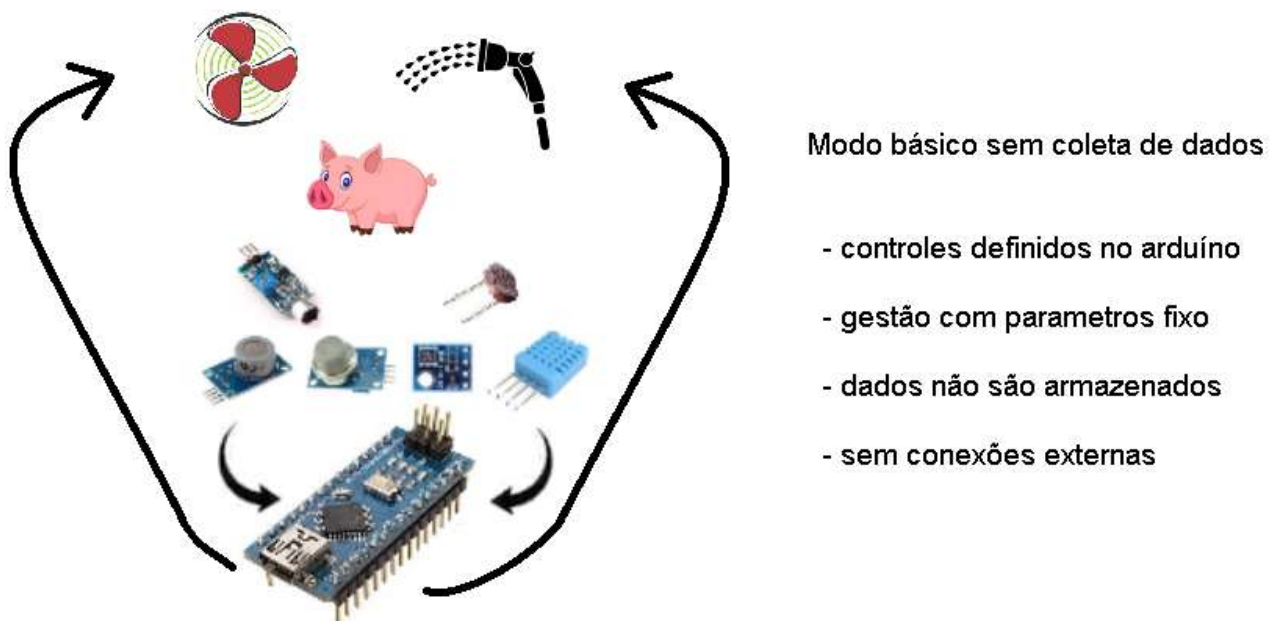


Figura 9 - Modo básico SEM coleta de dados

Neste modo de operação, basicamente se utilizam as informações das variáveis para realizar acionamentos de equipamentos, tais como ventiladores, dispersores de água, válvulas, lâmpadas entre outros dispositivos com potência máxima de 2000 W.

Por não haver conexão com o nível médio, todas as decisões de controle ocorrem no baixo nível, e os comandos dependerão exclusivamente dos parâmetros definidos e programados no arduino e dos valores das variáveis de ambiente.

5.2 Modo básico com coleta de dados

Neste modelo, os dados serão armazenados, em cartão SD. O princípio de funcionamento é praticamente igual nos dois modelos do modo básico.

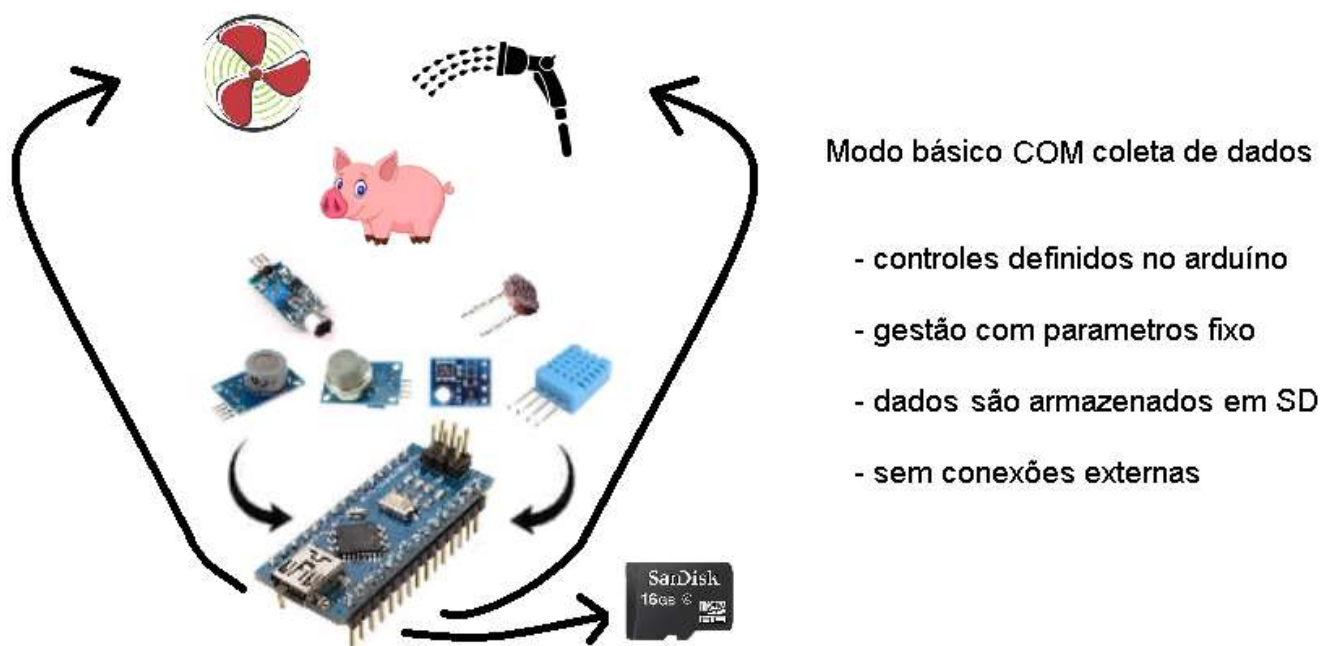


Figura 10 - Modo básico COM coleta de dados

Importante: Caso seja detectado conexão com o nível médio, serão enviados os dados para o nível superior onde serão armazenados os dados em um banco de dados, local ou na internet. Os dispositivos de controle permanecem ativos no baixo nível, mas, havendo comandos ativos no nível médio, estes terão prioridade de processamento, ou seja, o nível mais alto SEMPRE terá prioridade de execução.

5.3 Modo interativo

Neste modelo de processamento, um computador estará conectado ao baixo nível, e realizará comunicação periódica entre os dois níveis, o baixo nível repassa dados dos sensores para armazenamento no banco de dados, enquanto o médio nível apresenta os dados em um supervisor, e permite que o usuário final ajuste os parâmetros de processamento, que serão então enviados para o baixo nível realizar a atuação junto aos dispositivos de controle.

O baixo e o alto nível realizarão sua comunicação utilizando um canal serial USB típico, e naturalmente, o supervisor somente estará ativo enquanto o baixo nível estiver enviando sinais de controle. É importante frisar que, sempre que o médio nível estiver conectado ao baixo nível, os comandos definidos pelo usuário, no médio nível, sempre serão prioritários. Caso não sejam definidos comandos, os comandos do baixo nível serão executados.

5.4 Modo remoto

O modo remoto é basicamente o acesso aos dados e controles do sistema por um dispositivo na web, seja um computador ou qualquer outro dispositivo conectado.

O dispositivo deve acessar o site <http://www.cdda.eco.br>, executar o login e senha, e terá acesso aos dados e controles do sistema em tempo real.

5.5 Memorial descritivo

Na tabela 2, é apresentado o memorial descritivo relacionado ao projeto da central. Diversos valores e informações constantes são de produtos e materiais encontrados e adquiridos em lojas de varejo, não estando então contemplados os valores comerciais dos produtos

Cabe ressaltar que todos os programas e softwares utilizados são em plataformas freeware, ou seja, sem custo de licenciamento, aquisição ou com taxas de utilização. O servidor web utilizado não teve custo por se tratar de um servidor já ativo em nome de um dos autores do projeto.

Para criar e desenvolver o projeto, foram utilizados os seguintes recursos e programas de desenvolvimento.

Baixo Nível			Médio Nível		Alto Nível	
Material	Qtd	R\$	Recurso	R\$	Recurso	R\$
Arduino	1	32,00	Visual studio 2017 Versão Community	0	Servidor Web Apache + Mysql	45,00 / mês
Placa de circuito	1	12,00	Servidor Wamp Apache + Mysql	0	Programas de desenvolvimento	R\$ 0
Relês	3	12,00	Plataforma de desenvolvimento Arduino	0	Programação e integração	900,00
Caixa de proteção	1	23,00	Programação	1100	Criação de telas para móvel	800,00
Sensor gás amônia	1	22,00	Custo aproximado R\$ 1100,00		Montagem do site	500
Sensor gás CO	1	21,00			Manutenção dos BD de clientes	20,00 / mês x cliente
Sensor temperatura	2	14,00			Custo aproximado R\$ 2200,00 + Custos variáveis	
Sensor pressão	1	15,00				
Sensor ruído	1	11,00				
Sensor luminosidade	1	10,00				
Optocopladores	2	10,00				
Bornes	6	9,00				
Outros componentes	-	20,00				
Fonte 12 V	1	15,00				
Montagem e outros	-	100,00				
Custo aproximado R\$ 326,00						

Tabela 2 - Memorial descritivo de custos do projeto

Conforme pode ser visto na tabela 1, o custo aproximado do projeto, em seu desenvolvimento para testes e validações é algo em torno de R\$ 3.626,00 (três mil, seiscentos e vinte e seis reais).

Tendo sido concluídas os desenvolvimentos e validações, espera-se que o custo de programação diminua substancialmente, para valores abaixo de R\$ 500,00 (quinhentos reais) mensais, isto já considerando demandas específicas de clientes, as quais, naturalmente seriam cobradas.

Quanto ao custo do baixo nível, R\$ 326,00 (trezentos e vinte e seis reais), refere-se ao valor da montagem do primeiro protótipo. A aquisição e montagem de materiais para uma maior quantidade de equipamentos permitiria uma economia aproximada de 20 a 30% do valor final, devido a negociações no processo de compra, montagem e outros aspectos relacionados a processo de produção.

6. Considerações finais

Este projeto tem por finalidade apresentar um modelo de aquisição e gerenciamento de variáveis ambientais de baixo custo, com vistas a disseminação da ideia da automação e garantindo meios de competitividade.

Entre os desafios enfrentados pelo projeto temos a natural resistência humana a novidades, a existência de propostas comerciais já em uso e a necessidade de investimento. No entanto, as vantagens do uso deste modelo são várias, se considerado que permitirá um controle mais eficiente dos recursos, diminuiria a mão de obra, possibilitando a rastreabilidade e a produtividade do processo produtivo, agregando qualidade ao produto, bem como atendendo a quesitos de bem-estar animal.

A possibilidade de uso em forma autônoma, mais simples e com pouca exigência de recursos, certamente é um atrativo. Da mesma forma, a possibilidade de utilização de um computador simples, de baixo custo, para a instalação de um sistema supervisorio, também é muito interessante, pois traz consigo a utilização de equipamentos de baixo custo, geralmente já em desuso. O nível alto, ou acesso pela web, pode ser considerado uma necessidade, pois permite o acompanhamento remoto das variáveis e do funcionamento do sistema.

A inclusão digital e da automação em pequenas propriedades certamente é um assunto complexo, e visto com frequência, como algo inviável, em especial devido aos custos envolvidos. Esperamos, com esta proposta, dirimir preconceitos e apresentar uma nova abordagem a uma nova realidade, onde os custos destas tecnologias podem literalmente estar ao alcance de todos.

6.1 Projetos futuros

Dentre as possibilidades futuras, tem-se a eliminação do nível médio, havendo a conexão do baixo nível, direto ao servidor web. Isto facilitaria a conectividade e simplificaria o processo. A desvantagem é a necessidade de uma conexão de internet próxima ao equipamento de baixo nível, e, de certa forma, os equipamentos envolvidos tem um custo mais elevado.

Outra possibilidade é integrar diversos coletores e montar uma rede de coletores. Uma rede de coletores permitiria controles mais precisos dos processos, bem como melhoria a resposta do sistema. O custo não aumentaria muito, pois um único nível médio poderia se conectar a diversos equipamentos de hardware.

7. Bibliografia

ABREU, Paulo G. **Iluminação artificial no desempenho de leitões na fase de creche**. Embrapa CNPSA 2011

ABCS. **Padrão mais alto de bem-estar animal diferencia suíno europeu**. Disponível em <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/artigo-24_0.61125700%201514912076.pdf> Acessado em 19/04/2019

BAPTISTA, Raíssa Ivna Alquete de Arreguy. **Indicadores do bem-estar em suínos**. Revista Ciência Rural, 12/2011

BNDES **Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades**. Disponível em <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9974/2/BS%2044%20Impactos%20ambientais%20da%20suinocultura_P.pdf> Acesso em 14/04/2019

BOLETIM **Rastreabilidade e segurança alimentar**. Boletim técnico Curso de veterinária UFLA 2012

CARTILHA **Cartilha para licenciamento ambiental**. IIAP. Governo do Paraná. 1998.

HOFFMANN, Juliano **Bem-estar animal no contexto das barreiras comerciais** Disponível em <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/artigo-24_0.61125700%201514912076.pdf> Acessado em 11/04/2019

LAUDON, Kenneth, **Sistemas de Informação Gerenciais**. Pearson Brasil 2011

LIRANI, Antonio Carlos **Rastreabilidade, uma exigência comercial**. Revista Visão Agrícola. ESALQ, USP 2005

Marangoni_Ruidos. **O que o excesso de ruídos pode indicar na produção de animais**. Disponível em <<https://confortoanimal.marangoni.com.br/o-que-o-excesso-de-ruídos-pode-indicar-na-producao-de-animais/>>, Acesso em 10/04/2019

Marangoni_Criacao. **Como os equipamentos e a tecnologia podem ajudar na criação de suínos**. Disponível em <<https://confortoanimal.marangoni.com.br/como-os-equipamentos-e-a-tecnologia-podem-ajudar-na-criacao-de-suinos-2/>>, Acesso em 12/04/2019

Marangoni_Produtividade. **Entenda a importância do conforto animal para a produtividade da avicultura.** Disponível em <<https://confortoanimal.marangoni.com.br/entenda-a-importancia-do-conforto-animal-para-a-produtividade-da-avicultura/>>, Acesso em 12/04/2019

MILKPOINT. **Influência do ambiente na produção animal.** Disponível em <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/influencia-do-ambiente-na-producao-animal-38199n.aspx>> acessado em 20/04/2019

OLIVEIRA, Marcelo E. **Desenvolvimento de sistema automatizado de monitoramento de ambiente de produção animal, utilizando uma rede de sensores sem fio.** USP 2015

PADILHA, Joselaine B **Importância do ambiente térmico em produção de suínos na fase de creche.** Revista eletrônica de Veterinária. REDVET 2017.

PANDORFI, Heliton **Conforto térmico para matrizes suínas em fase de gestação, alojadas em baias individuais e coletivas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n3/v12n03a15.pdf>>. Acessado em 10/04/2019

SCHMIDT, Nádia Solange. **Demandas atuais e futuras da cadeia produtiva.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/CIAS+-+Agropensa+-+Demandas+atuais+e+futuras+da+cadeia+produtiva+de+suínos.pdf>> acessado em 19/04/2019

SUGAWARA, Márcio **Estudo de sensores de baixo custo para estação meteorológica automática.** Tese de pós graduação. Viçosa MG 2003