

Potencialidade de utilização de sistema de monitoramento e coleta de dados de bovinos para gerenciamento de e-Science Zootécnico em controle de tropas e aeronaves

Adriano Rogério Bruno Tech^{1,2}, Aldo I. C. Arce², Ana C. de Souza Silva² e Ernane José Xavier Costa²

1- Academia da Força Aérea Brasileira (AFA) – Pirassununga / SP e 2- Universidade de São Paulo – Pirassununga / SP

Resumo – Este artigo mostra a viabilidade de um sistema de monitoramento e coleta de dados através da WEB, com a construção de um e-Science Zootécnico. O sistema de hardware, o dispositivo eletrônico de comunicação e os protocolos de monitoramento foram desenvolvidos através de um simulador de deslocamento, para a otimização e distribuição de antenas de identificação de animais, o que permite um amplo controle de deslocamento através das telas de controle e de visualização do ambiente em estudo por meio do sistema gestor. A metodologia usada no projeto, bem como os resultados, permite concluir que o objetivo de gerenciar e monitorar o animal durante um experimento com a coleta de dados telemétricos em tempo real foi alcançado e que sua aplicabilidade em outras áreas do conhecimento, como por exemplo, na área militar através do monitoramento de tropas e aeronaves é possível e viável.

Palavras-Chaves: *Wireless; Sensores; Interface; Monitoramento; Sistema de Identificação; Data Warehouse; e-Science.*

I. INTRODUÇÃO

A identificação eletrônica por rádio frequência (*Radio Frequency Identification* -RFID) traz muitas vantagens para a administração do agronegócio e em especial para a pecuária, além de permitir uma melhoria considerável em relação à identificação visual de números, as principais vantagens na utilização desta técnica de monitoramento são: diminuição da operacionalidade em relação ao manejo do rebanho e a eliminação de leituras incorretas com margem de 6% para menos de 0,1% [5][6].

Sendo assim, é possível identificar a necessidade de desenvolvimento de softwares, que permitirão aos cientistas e produtores acessarem um sistema de gestão e de informação baseados em tecnologias de ponta, tais como: comunicação sem fio, agentes inteligentes inseridos em softwares e elementos de identificação eletrônica para o acompanhamento, monitoramento, controle da produção e conseqüentemente para o apoio à tomada de decisão (SAD) [10].

Outro aspecto importante inserido nesta análise, está relacionado ao crescente aumento no controle e gerenciamento do rebanho, que tem influenciado significativamente a criação de normas e padrões para monitoramento e acompanhamento do processo produtivo, de forma a garantir a qualidade do produto final a ser adquirido pelos consumidores.

Com o objetivo de melhorar o processo de controle e registro de informações sobre os animais, surge a possibilidade de inclusão do conceito de rastreabilidade, o qual teve origem há mais de trinta e cinco anos, na gestão da qualidade das linhas de montagem das indústrias aeroespaciais [4].

A rastreabilidade consiste em um conjunto de práticas e técnicas possíveis de adoção em diversos setores da economia, com o intuito de disponibilizar e distribuir informações relevantes sobre

os produtos, ao longo de toda a cadeia de suprimento e produtividade.

A rastreabilidade pode ser compreendida como o ato de reencontrar o histórico, a utilização ou a localização de um objeto qualquer, por meio de uma identificação registrada [11].

A identificação eletrônica e a rastreabilidade, portanto, facilitam e permitem que os sistemas de dados da propriedade e do animal sejam alimentados com dados confiáveis, requisitos estes, indispensáveis para o planejamento das atividades e melhor coordenação e gestão entre os elos dessa cadeia [9].

Através desses conceitos, insere-se um novo, o de e-Science, que possibilita a criação de uma base de dados com informações relevantes a determinados experimentos e a possibilidade de compartilhamento e de processamento distribuídos com o meio acadêmico e científico, para a análise e estudos de processos de melhorias na pecuária.

O e-Science pode ser definido como a colaboração global em áreas fundamentais da ciência por meio do compartilhamento, geração de pesquisas, discussões de resultados e idéias de uma maneira mais específica e efetiva [7].

Desta forma, o objetivo do trabalho é desenvolver um sistema de monitoramento e de coleta de dados através da WEB, possibilitando a confecção de e-Science Zootécnico através da obtenção de dados armazenados em um servidor central, além do acompanhamento visual do rebanho ou de qualquer animal, ressaltando também, que a mesma tecnologia pode ser aplicada à área militar, por meio do monitoramento e do controle de tropas e de aeronaves.

II. MATERIAL E MÉTODOS

A infra-estrutura foi testada através de um experimento realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, na cidade de Pirassununga, interior de São Paulo – Brasil, utilizando bovinos da raça Holandesa, cedidos pela Prefeitura do Campus. O experimento foi realizado no período de 25 a 29 de junho de 2007.

Foram utilizados os seguintes equipamentos para o monitoramento e coleta dos dados:

1. Número de animais = 6
2. Número de ERBM = 6 (estações rádio base móvel)
3. Número de ERBF = 3 (estações rádio base fixa)
4. Câmera IP Wireless = 1 (acesso remoto)

As estações rádio base móveis (ERBM) tem por objetivo coletar os dados telemétricos dos animais e enviá-los as estações rádio base fixas (ERBF), para submissão ao gerenciador de dados no servidor central.

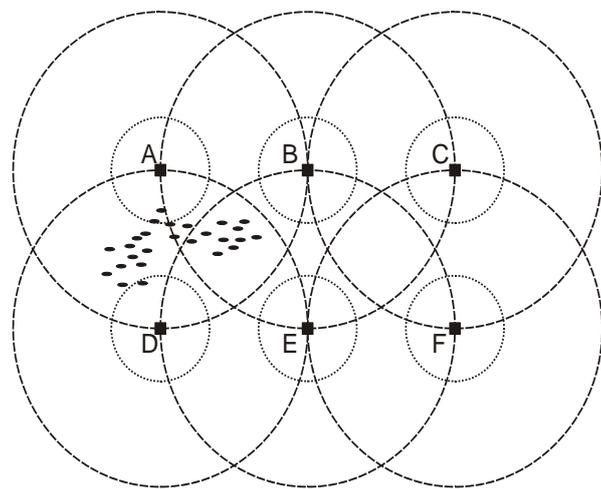
Já as estações rádio base fixas (ERBF) são responsáveis pela coleta ou recepção dos dados enviados pelos nós sensores acoplados aos animais e pelo encaminhamento das informações à estação central ou servidor de arquivos, para armazenamento e posterior processamento.

A câmera IP permite a visualização da área em estudo ou do monitoramento do rebanho, facilitando a interação do pesquisador com o experimento.

O transporte dos dados até a estação central ocorre por meio de uma infra-estrutura de estações rádio base fixas distribuídas na área de monitoramento, conforme pode ser observado na figura 1.



Fig. 4. Câmera IP.



--- Área de cobertura da estação rádio base Área de cobertura dos nós sensores embarcados nos bovinos.
■ Estações rádio base ● Bovino monitorado

Fig. 1. Infra-estrutura de monitoramento do Rebanho. Fonte: [1].

As ERBM, ERBF e a câmera IP utilizados no experimento podem ser visualizadas conforme as figuras 2, 3 e 4, respectivamente:



Fig. 2. Nodo Sensor acoplado aos animais (ERBM).



Fig. 3. Imagem da placa de circuito impresso da estação rádio-base fixa (ERBF).

O software de monitoramento e coleta de dados (Sistema e-LAFAC) foi desenvolvido na linguagem C++ utilizando a ferramenta Borland® C++ Builder Professional Versão 6.0, Linguagem para WEB – PHP, Java, Asp, Banco de dados, Linguagem de Programação Orientada a Objeto (POO) e Análise Orientada a Objeto (AOO).

III. O EXPERIMENTO COM ANIMAIS

Foram realizados testes de coleta, armazenamento de dados e transmissão entre as ERBM e ERBF, para análise de funcionalidade e verificação de desempenho.

A figura 5 mostra o software responsável pela coleta dos dados telemétricos transmitidos pelas ERBF em relação às ERBM.

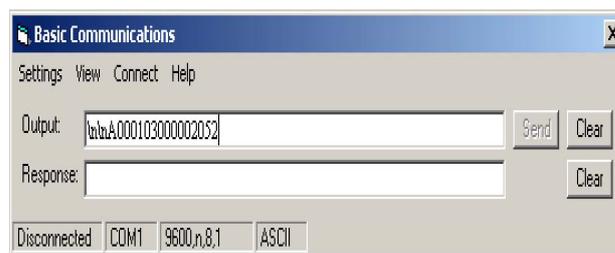


Fig. 5. Software coletor dos dados telemétricos, no caso, a temperatura do animal.

A seguir, um dado telemétrico obtido durante o experimento, identificando a ERBF e as ERBM utilizadas durante a solicitação da temperatura, bem como os animais envolvidos. Cada chave é tratada via software, identificando as ERBF e as ERBM que foram utilizadas no momento da coleta, bem como os dados referentes a cada animal requisitado.

1ª coleta:

```
\x00c\xB9\xB3\xFE\npasou\r\n\xFC\r\n2\xFC0101\n\nA040305000003052\r\n\xFC\r\n2\xFF\r\n5\xFF0101\n\nA030406000300165\r\n\xFF\r\n5\xF9\nAck\r\n\xFB\r\n1\xF80101\n\nA030006000300161\r\n\xFE\r\n1\xFF.
```

Para melhor compreensão dos elementos envolvidos na comunicação, será ilustrado um trecho do diálogo monitorado.

```
Solicitação: \nA040305000003052
ERBF = 04
ERBM = 03
```

Solicitação de temperatura = 05

Resposta: \nA030406000300165

ERBM = 03

ERBF = 04

Resposta ao comando de temperatura = 06

Temperatura = 0003001 = 30,01°C

Esses dados ilustram a funcionalidade e o desempenho do sistema, mostrando sua aplicabilidade no monitoramento do rebanho ou do animal durante alguma atividade ou em seu deslocamento.

O sistema também permitiu a gravação de parte dos experimentos, onde foram realizadas cinco filmagens via câmera acoplada à primeira ERBF, conforme figura 6.



Fig. 6. Visualização dos arquivos extensão AVI, gerados pela câmera IP.

Portanto, observa-se a grande facilidade de monitoramento e acompanhamento dos animais. Mediante uma solicitação do sistema gestor o animal é localizado e sua posição é estimada pelo sistema por meio da ERBF responsável pela transmissão dos dados coletados via ERBM e transferida ao servidor central de dados.

IV. O SISTEMA DE MONITORAMENTO

O sistema e-LAFAC foi estruturado em 6 pacotes para contemplar todas as funcionalidades do sistema, como pode ser observado através da figura 7 [2]:

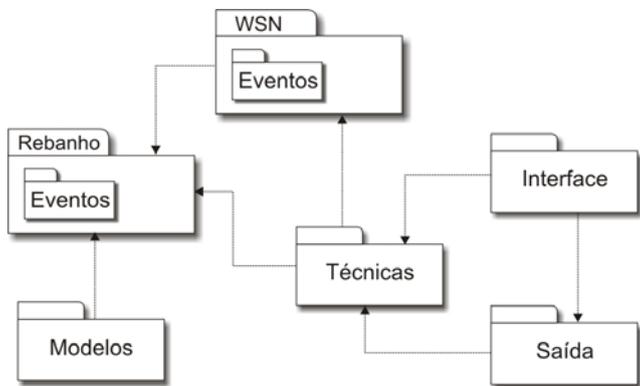


Fig. 7. Arquitetura do sistema e-LAFAC (Geral).

A figura 8 mostra o modelo de domínio idealizado para o módulo WSN:

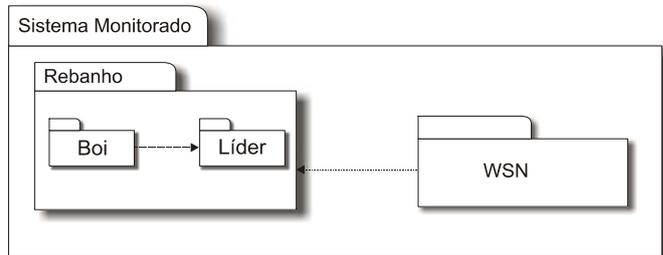


Fig. 8. Diagrama UML do domínio.

O diagrama da figura 8, ilustra o domínio do sistema referente ao processo de coleta de dados, através da comunicação entre os componentes conectados nos animais, com o sistema de monitoramento e rastreamento do rebanho por meio das estações rádio bases fixas (ERBF).

A figura 9 mostra o processo acima, através de uma interface UML:

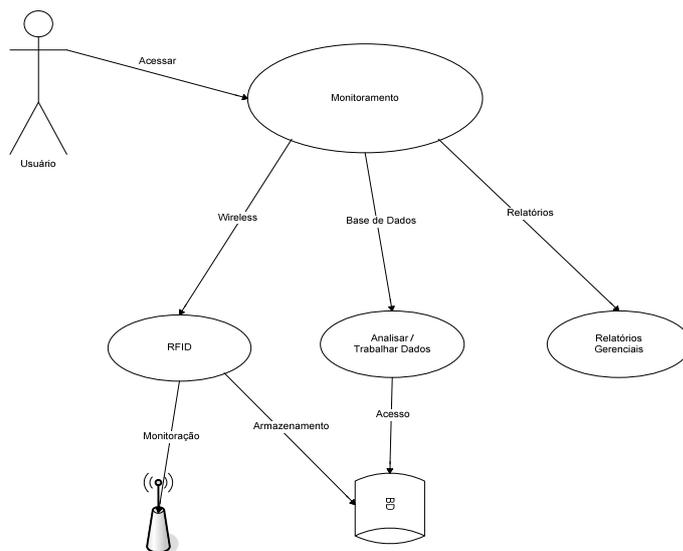


Fig. 9. Use Case de Monitoramento do Rebanho ou Animal.

A figura 10 ilustra o Sistema Completo e-LAFAC, com todos os seus processos.

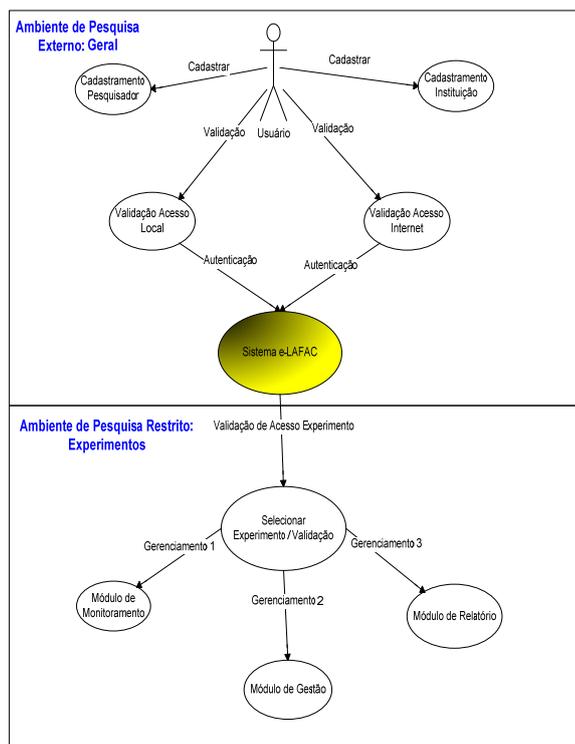


Fig. 10. Sistema Completo e-LAFAC.

Este sistema permite aos gestores coletarem dados ou outros parâmetros que necessitarem, desde que, estejam instalados no animal, de maneira a gerar uma base de dados para análise e verificações de padrões, como por exemplo: deslocamento do animal, tempo de descanso ou repouso.

Uma vez armazenado o dado em uma base de dados, o sistema permite a extração de dados ou informações através de softwares gerenciais e de decisão, ou seja, de um e-Science Zootécnico, que permitirá a análise e abstração de algum padrão escondido, através dos estudos desenvolvidos pelos profissionais envolvidos na atividade [8].

Essa base de dados possibilita, portanto, distribuir, integrar e desenvolver soluções com alto desempenho, baseada nas análises e decisões que podem ser extraídas dessa base [3].

V. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através do experimento foi possível verificar o rendimento da rede de sensores e sua funcionalidade. Foram realizadas coletas de dados diretamente de um animal por meio de uma ERBF, a qual respondeu de forma satisfatória em todas as solicitações.

Outro ponto avaliado foi em relação aos animais que se encontravam fora da área de cobertura das estações rádio base fixas (ERBF), onde o sistema conseguiu realizar a tarefa de localizar o animal solicitado através da rede de sensores móveis, por meio do protocolo FBSN (Float Base Sensor Network) proposto por Silva et al. (2005), que

escolhe aleatoriamente determinados animais, até alcançar uma ERBM que se encontre dentro do raio de cobertura do animal requisitado, transformando-a em uma ERBT (estação rádio base temporária) e realizando a coleta dos dados e retransmitindo aos demais, até a ERBF que requisitou os dados, a qual enviará os dados coletados ao servidor central para disponibilização ao requisitante.

Outro ponto testado foi à utilização da câmera IP para visualização do ambiente, que propiciou uma boa interatividade com o experimento, uma vez que não houve a necessidade de estar presente no local da coleta dos dados.

A figura 11 ilustra o sistema de gestão e-LAFAC através da interface de gerenciamento via WEB. O usuário pode ter acesso aos experimentos e visualiza-lo caso queira, mediante uma solicitação do sistema ao módulo de monitoramento.



Figura 11 – Sistema de Gestão e-LAFAC.

Portanto, observa-se a grande facilidade de monitoramento e acompanhamento dos animais. Desta forma, mediante uma solicitação do sistema gestor o animal é localizado e sua posição é definida pelo sistema através da ERBF responsável pela transmissão dos dados coletados via ERBM e transferida ao servidor central de dados.

Um outro aspecto importante desse sistema está na possibilidade de sua aplicação na área militar através do monitoramento e do gerenciamento de tropas ou de aeronaves, por meio da coleta de dados telemétricos em campo ou em atividades de campanha, conforme pode ser observado através das figuras 12 e 13:

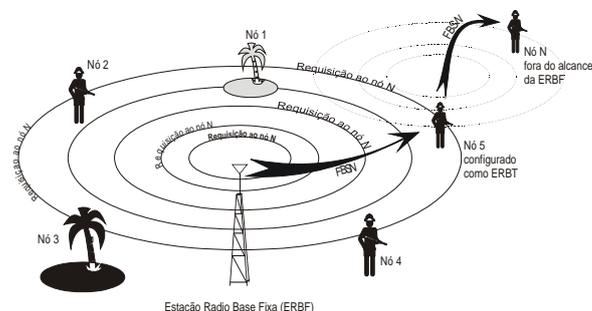


Fig. 12. Rede de sensores sem fio para monitoramento de tropas.

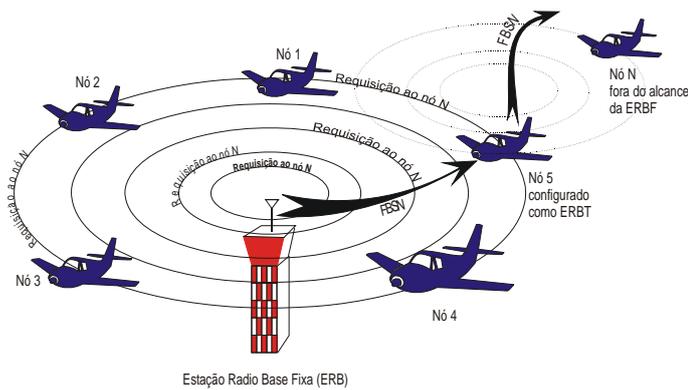


Fig. 13. Rede de sensores sem fio para monitoramento de aeronaves.

Esses dados podem ser manipulados e, através de um algoritmo, poderão identificar a posição do soldado ou da tropa na tela do computador. Isso é possível pela identificação do soldado, pela informação da estação ou nó que enviou os dados e pela torre transmissora mais próxima, que encaminhou esse sinal ao computador central, responsável pelo armazenamento dos dados. A figura 14 permite uma visualização de todo o processo.

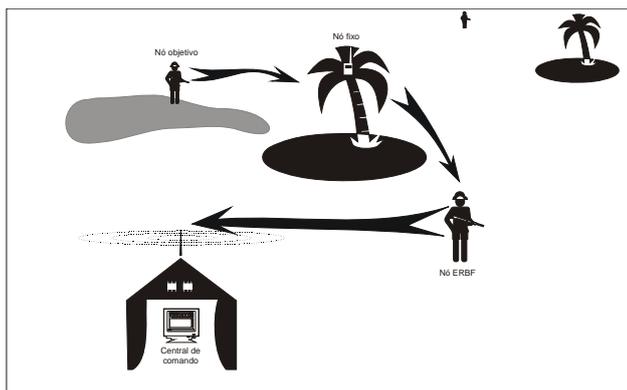


Fig. 14. Sistema de coleta e armazenamento de dados dos soldados.

Um outro fator interessante, está relacionado a disposição das estações rádio base fixas, quando aplicadas na área militar, pois as mesmas poderão ser fixadas nas árvores pelos soldados ou distribuídas através das aeronaves pelo campo ou área a ser monitorada, identificando desta forma, uma grande área de aplicação que irão permitir um maior controle e gestão das atividades de campanha, inclusive com o monitoramento remoto das mesmas.

VI. CONCLUSÃO

Os resultados desse trabalho permitem concluir que a possibilidade de monitoramento de animais via WEB, em

tempo real, utilizando técnicas computacionais e conceitos avançados no gerenciamento de dados como simulação computacional, e-Science, podem ser realizados com eficiência e operacionalidade, uma vez que o sistema mostrou-se totalmente funcional, eficiente e flexível, além de uma interface simples, facilitando assim, a interação com os profissionais envolvidos com o sistema.

REFERÊNCIAS

- [1] ARCE, A. I. C.; TECH, A. R. B.; SILVA, A. C. S.; COSTA, E. J. X.. Simulador de deslocamento de rebanho bovino para avaliação de monitoramento baseado em redes de sensores sem fio. Revista Brasileira de Agroinformática, São Paulo, v. 8, n. 1, p.1-16, ago. 2006.
- [2] ARCE, Aldo Ivan Céspedes; TECH, Adriano Rogério Bruno; SOUTO, Sérgio Paulo Amaral; COSTA, Ernane José Xavier. Uso de Redes de Sensores inalámbricos em Monitorización de Rebaños. 2a Conferencia Internacional em Diseño Electrónico. Veracruz. México. 2006[a].
- [3] BERSON, A & SMITH, S. J.. Data Warehouse, Data Mining, & OLAP. McGraw-Hill. 1997.
- [4] DEL DEBBIO, Cleonilde Maria dos Santos. A rastreabilidade na cadeia produtiva da carne bovina brasileira. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Cantareira, 2004.
- [5] ERADUS, W. J.; JANSEN, M. B. Animal identification and monitoring. Computers and Electronics in Agriculture, v. 24, p. 91-98, 1999.
- [6] GEERS, R., PUERS, B., GOEDSEELS, V., WOUTERS, P., 1997. Electronic identification, Monitoring and Tracking of Animals. CAB International, Wallingford. Apud ERADUS, 1999.
- [7] LICAN, Huang; ZHAOHUI, Wu; YUNHE, Pan. Virtual and dynamic hierarchical architecture for e-Science grid. The International Journal of High Performance Computing Applications, v. 17, n. 3, p. 329-347, Fall 2003.
- [8] MACHADO, F. N. R. Projeto de DATA WAREHOUSE: Uma Visão Multidimensional. São Paulo: Érica, 2000.
- [9] MACHADO, João Guilherme de Camargo Ferraz, NANTES, José Flávio Diniz. A rastreabilidade na cadeia da carne bovina. Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais. Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Federal de São Carlos. In: 1º. CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA AGRO-PECUÁRIA, Portugal, 2002.
- [10] SARAIVA, Antonio Mauro. TI no agonegocio e a biodiversidade. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. Escola Politécnica da USP. Apostila, 2003.
- [11] SPERS, E.E. Qualidade e segurança em alimentos. In: ZYLBERSTAJN, D; NEVES, M.F. (Coord.) Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares. São Paulo: Pioneira, 2000, 428p.
- [12] SILVA A.C.S.; ARCE A. I. C.; SOUTO S.; COSTA E.J.X. A wireless floating base sensor network for physiological response to livestock. Computers and Electronics in Agriculture. v.49(2), p.246-254, 2005.