



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE BANANA
“PRATA-ANÃ” NA CADEIA PRODUTIVA NO
NORTE DE MINAS GERAIS**

FERNANDO BARRETO RODRIGUES

2009

FERNANDO BARRETO RODRIGUES

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE BANANA
“PRATA-ANÃ” NA CADEIA PRODUTIVA NO
NORTE DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

Orientador
Prof. DSc. Edson Hiydu Mizobutsi

JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

R696a Rodrigues, Fernando Barreto.
Análise microbiológica de banana “prata-anã” na
cadeia produtiva no norte de Minas Gerais
[manuscrito] / Fernando Barreto Rodrigues. – 2009.
37 p.
Bibliografia: p. 34-37.
Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-
Graduação em Produção Vegetal no Semi-árido,
Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes,
2009.
Orientador: Prof^o. DSc. Edson Hiydu Mizobutsi.
1. Água. 2. Banana 3. *Escherichia Coli*. 4. *Salmonella*.
I. Mizobutsi, Edson Hiydu. II. Universidade Estadual de
Montes Claros. III. Título.
CDD 634.772

FERNANDO BARRETO RODRIGUES

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE BANANA
“PRATA-ANÃ” NA CADEIA PRODUTIVA NO
NORTE DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

APROVADA: 11 de julho de 2009.

Prof. DSc. Gisele Polete Mizobutsi
UNIMONTES

Prof. DSc. Regina Cássia Ferreira Ribeiro
UNIMONTES

Prof. DSc. Adelica Aparecida Xavier
UNIMONTES

Prof. DSc. Reginaldo Lamberti Napoleão
UFVJM

Prof. DSc. Edson Hiydu Mizobutsi
UNIMONTES
(Orientador)

**JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2009**

A Deus,

À minha mãe, Dona Bina;

Ao meu pai que olha por mim;

À minha tia Lena, e ao meu irmão Felipe;

À minha namorada Hellen Vivian,

pelo apoio, carinho e incentivo,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por minha vida, pelo Seu amor e Sua presença em todos os momentos.

À minha mãe e a minha tia Lena que sempre acreditaram em mim e nos meus sonhos, sonhos esses que realizaram comigo.

À minha namorada, meu grande amor Hellen Vivian, colocada por Deus na minha vida, que sempre acreditou em mim e me fez ter confiança para superar todas as dificuldades.

Ao meu orientador, professor DSc. Edson Hiydu Mizobutsi, pela orientação, amizade, confiança, incentivo e disponibilidade. Serei sempre grato.

À Fapemig e ao CNPq por disponibilizarem recursos para a realização do trabalho.

A todos os professores e funcionários do programa de Mestrado PGPVSA pelo apoio e incentivo.

À Professora DSc. Maria Cristina Dantas Vanetti, pela orientação e treinamento no laboratório de Microbiologia de Alimentos – UFV

Ao meu amigo Danilo pelo apoio e incentivo.

À minha amiga DSc. Juliana Maria Nogueira Pereira pelo apoio.

A todas as amigas e estagiárias do Laboratório de Patologia Pós-Colheita, em especial a Josiene, Talita, Cíntia e Alessandra que muito auxiliaram na execução dos experimentos.

Aos proprietários e funcionários das quatro áreas comerciais de banana que permitiram e apoiaram o trabalho.

Aos colegas de mestrado, Álvaro, Kleber, Virgílio, Juceliandy, Leonardo, Delmácio e, em especial, a minha grande amiga Elisete.

A todos que, direta ou indiretamente, me acompanharam nesta importante etapa de minha vida acadêmica.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| RESUMO | i |
| ABSTRACT | iii |
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 3 |
| 2.1 Importância da cultura da banana..... | 3 |
| 2.2 Alimentos seguros | 3 |
| 2.2.1 Contaminação de produtos vegetais por micro-organismos no campo..... | 5 |
| 2.2.2 Contaminação de produtos vegetais por micro-organismo na colheita e pós-colheita..... | 6 |
| 2.2.3 Contaminação de frutos por micro-organismos provenientes da água | 6 |
| 2.3 Micro-organismos indicadores de contaminação | 7 |
| 2.3.1 Grupo dos Coliformes | 8 |
| 2.3.2 <i>Escherichia coli</i> | 9 |
| 2.3.3 Gênero <i>Salmonella</i> | 9 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 11 |
| 3.1. Levantamento de micro-organismos presentes em banana “Prata-Anã” na colheita e na pós-colheita | 11 |
| 3.1.1 Análise microbiológica da casca e da polpa dos frutos de banana | 11 |
| 3.1.1.1 Determinação de Coliformes Totais e Termotolerantes | 11 |
| 3.1.1.2 Determinação de <i>Salmonella</i> spp. | 12 |
| 3.2 Levantamento de micro-organismos na água proveniente do poço tubular e do canal de irrigação | 13 |
| 3.3 Levantamento de micro-organismos na água utilizada na irrigação das plantas | 14 |
| 3.4 Levantamento de micro-organismos na água utilizada no tanque para lavagem dos frutos antes e após a lavagem destes | 15 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 16 |
| 4.1 Análise de Coliformes Totais e Termotolerantes na casca e na polpa do fruto | 16 |
| 4.2 Análise da presença de <i>Salmonella</i> spp. na casca e na polpa do fruto de banana | 22 |
| 4.3 Análise de Coliformes Totais e Termotolerantes na água do poço tubular e do canal de irrigação | 24 |
| 4.4 Análise de coliformes Totais e Termotolerantes na água utilizada na irrigação das plantas..... | 24 |
| 4.5 Análise de Coliformes Totais e Termotolerantes na água utilizada no tanque antes e após a lavagem dos frutos | 26 |
| 4.6 Análise de confirmação de <i>E. coli</i> e presença da <i>Salmonella</i> na água | 30 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 5 CONCLUSÕES | 33 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 34 |

RESUMO

RODRIGUES, Fernando Barreto. Análise microbiológica de banana “Prata-Anã” na cadeia produtiva no norte de Minas Gerais. 2009. 37 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica dos frutos e da água utilizada ao longo da cadeia produtiva de banana na região Norte de Minas Gerais e identificar os pontos críticos de contaminação. Assim, foram selecionadas quatro áreas produtoras de banana “Prata-Anã”, duas que usam água do canal de irrigação (A1CI e A2CI) e duas que usam água de poço tubular (A3PT e A4PT). Por um período de quatro meses, mensalmente foram analisadas a casca e a polpa dos frutos das quatro áreas nas etapas de colheita, embalagem e transporte. Realizou-se a análise de Coliformes Totais (CT) e Termotolerantes (CTe) usando a técnica dos tubos múltiplos e de *Salmonella* pelo plaqueamento em meio BPLS e XLD. Colônias típicas foram submetidas aos testes bioquímicos TSI, LIA, SIM, urease e ao teste de sorologia. Foi analisada a qualidade da água proveniente do canal de irrigação (A1CI e A2CI) e do poço tubular (A3PT e A4PT), da irrigação e do tanque antes e depois da lavagem dos frutos, mensalmente durante quatro meses. Foram realizadas as análises de CT e CTe usando a técnica dos tubos múltiplos; análise de *Salmonella* e análise qualitativa de *Escherichia coli* usando o caldo lauril sulfato triptose (LST – MUG). A polpa e casca da banana em todas as amostras no período da colheita apresentaram valores de CTe menores que 3 NMP/g. Por outro lado, na fase de embalagem, a polpa apresentou valores de CTe menores que 3 NMP/g e a casca apresentou valores menores que 3 NMP/g a 93 NMP/g. Na etapa de transporte todas as amostras apresentaram valores de CTe na polpa menores que 3 NMP/g e na casca valores de CTe variaram de menos 3 a 43 NMP/g. Na casca dos frutos não foi detectada *Salmonella* em nenhuma etapa na A1CI e A4PT. Na A2CI, *Salmonella* foi detectada na casca durante a colheita e na A3PT na casca durante a colheita e a embalagem. A água do canal na A1CI apresentou média de CTe igual a 1440 NMP/100 mL; na A2CI foi de 1665 NMP/100 mL. No entanto, nas A3PT e A4PT o número de CTe foi de < 3 NMP/100 mL, com exceção do mês de novembro na A3PT, onde o número de CTe foi de 240 NMP/100 mL. A água utilizada na irrigação das plantas de banana na A1CI apresentou média de CTe 2400 NMP/100 mL e na A2CI de 2643 NMP/100 mL. Em A3PT e A4PT o número de CTe encontrado foi menores que 3 NMP/100 mL de água. Na água utilizada no tanque antes da lavagem dos frutos a média de CTe nas A1CI, A2CI, A3PT e A4PT foi de 7250

¹ Comitê de Orientação; Prof. DSc. Edson Hiydu Mizobutsi – DCA/UNIMONTES (orientador)

NMP/100 mL; 5650 NMP/100 mL; 66,8 NMP/100 mL; 48,15 NMP/100 mL, respectivamente. Na água do tanque após a lavagem dos frutos a média de CTe nas A1CI, A2CI, A3PT e A4PT foi de 5025;4107,5;2215 e 573,25 NMP/100 mL, respectivamente. Nas áreas A1CI, A2CI e A3PT a água do canal, do poço tubular, da irrigação e do tanque de lavagem dos frutos apresentaram *E.coli*. Porém, na A4PT a água do poço tubular e da irrigação não apresentou *E.coli*. Em relação a *Salmonella* na A1CI e na A2CI foi detectado na água antes e após a lavagem dos frutos e na A3PT e A4PT após a lavagem dos frutos.

Palavras Chave: Água, Banana, *Escherichia Coli*, *Salmonella*

¹ Comitê de Orientação; Prof. DSc. Edson Hiydu Mizobutsi – DCA/UNIMONTES (orientador)

ABSTRACT

Rodrigues, Fernando Barreto. Microbiological analysis of the “Prata-Anã” banana in the productive chain in the North of Minas Gerais. 2009. 37 p. Dissertation (Master’s degree in Plant Production in the Semi-Arid) – Universidade Estadual de Montes Claros, MG¹.

The purpose of this study was to evaluate the microbiological quality of the fruit as well as the quality of the water used in the bananas production chain in the north of Minas Gerais and to identify the critical points of contamination. Hence four producer areas of “Prata-Anã” banana were selected in the North of Minas Gerais, two that used water from the irrigation channel (A1CI and A2CI) and two that used water from a well (A3PT and A4PT) for four months. The skin and pulp of the fruit from the four areas were analyzed monthly, during the harvest, packing and transportation. Analyses of Total Coliforms, Thermotolerant of the pulp and skin of the fruit using the multiple tube technique, and *Salmonella* by plating in BPLS and XLD medium. Typical colonies were submitted to biochemical tests TSI, LIA, SIM, urease and serology test. The water quality from the irrigation channel (A1CI and A2CI), from well (A3TP and A4TP 4), from irrigation and from the tank before and after the washing of the fruit was analyzed monthly for four months. The analyses of Total (TC) and Thermotolerant Coliforms (ThC) were done using the multiples tube technique, analysis of *Sallmonella* and qualitative analysis of *Escherichia Coli* using lauryl sulfate tryptose mixture (LST-MUG). The pulp and banana skin in all samples, during the period of harvest, presented ThC values lesser than 3 NMP/g. On the other hand in the packing stage, the pulp presented ThC values lesser than 3 NMP/g and the skin presented values lesser than 3 NMP/g to 93 NMP/g. In the transportation stage all the samples presented values of ThC in the pulp lesser than 3 NMP/g, and on the skin values of ThC varying from lesser than 3 to 43 NMP/g. On the fruit skin, *Salmonella* was found in none of the stages in A1CI and A4PT. In A2CI *Salmonella* was found on the skin during harvest and in A3PT on the skin during harvest and packing. Water from the channel in A1CI presented an average of ThC equal to 1440 NMP/100 mL; the A2CI presented an average of 1665NMP/100 mL. However, in A3PT and A4PT, the number of ThC was < 3 NMP/100 mL, except on November in A3PT, where the number of ThC was 240 NMP/100 mL. Water used for banana irrigation in A1CI presented an average of 2400 NMP/100 ml of ThC and A2CI presented 2643 NMP/100 mL. In A3PT and A4PT the number of ThC was lesser than 3 NMP/100 mL of water. In the tank water before washing of the fruits the average of ThC, in A1CI, A2CI, A3PT and A4PT was 7250

¹ Guidance committee: Prof. D. Sc. Edson Hiydu Mizobutsi – DCA/UNIMONTES (adviser)

NMP/100 mL; 5650 NMP/100 mL; 66,8 NMP/100 mL and 48,15 NMP/100 mL, respectively. In the tank water after washing the fruit the average of ThC in A1CI, A2CI, A3PT and A4PT was 5025; 4107,5; 2215 and 573,25 NMP/100 mL, respectively. In areas A1CI, A2CI and A3PT the water from the channel, the well, irrigation and the tank for washing the fruits presented *E. coli*. However, in A4PT the water from the well and irrigation did not present *E.coli*. In relation to *Salmonella* in A1CI and A2CI was detected in the water before and after the washing of the fruit and in A3PT and A4PT it was detected after the washing of the fruit.

Key words: Water, Banana, *Escherichia Coli*, *Salmonella*

¹ Guidance committee: Prof. D. Sc. Edson Hiydu Mizobutsi – DCA/UNIMONTES (adviser)

1 INTRODUÇÃO

As transformações no comércio internacional de produtos hortícolas vêm afetando os hábitos de consumo. O consumidor tradicional que buscava nos produtos atributos associados à aparência, aroma, forma, cor e condição geral do produto, passa a ter seu foco de atenção na origem do produto, no modo de produção e no impacto ambiental decorrente. Observa também a capacidade de oferecer benefícios, além do valor nutritivo e a ausência de resíduos tóxicos e contaminação biológica (SARRIA e FILGUEIRAS, 2006).

Muitas doenças provocadas por bactérias, vírus e fungos podem ser transmitidas ao homem pelos alimentos. Esses alimentos infectados, na maioria das vezes, não sofrem influência na cor e no sabor sendo difícil para o consumidor reconhecer os alimentos infectados (SOUZA, 2004).

Dentre as espécies frutíferas, a banana é uma das mais consumidas no mundo, sendo uma das principais produzidas no Norte de Minas. Há uma perspectiva de expansão da área plantada no Norte de Minas, devido a implantação da etapa II do Projeto de Irrigação. Com esse aumento, os produtores terão que visar novos mercados, principalmente o mercado externo, obrigando-os a se adequarem às normas de tecnologias de produção impostas pelos países compradores.

Assim, com a procura de mercados distantes, o risco de consumir um alimento contaminado aumenta, principalmente pelas contaminações biológicas. Isso ocorre devido à combinação de vários fatores como o aumento do tempo de conservação pós-colheita do produto e a sua submissão a um número maior de etapas ao longo da cadeia de transporte, distribuição e comercialização. Isto traz riscos de contaminação por fungos, bactérias e vírus que entram em contato com o produto em uma das etapas da produção à distribuição (SARRIA e FILGUEIRAS, 2006).

Assim, para obter um produto saudável, livre de contaminações microbiológicas, além da utilização de boas práticas culturais, como obedecer as técnicas de manejo, armazenamento, conservação e tratamentos físicos, químicos e biológicos específicos para cada cultura, proceder a higienização de equipamentos, local de trabalho e trabalhadores, conforme requisitos de cada cultura, torna-se necessário também monitorar a qualidade microbiológica do fruto e da água utilizada ao longo da cadeia produtiva. Trabalhos relacionados à avaliação microbiológica de frutos e da água no Norte de Minas Gerais são inexistentes. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade microbiológica dos frutos e da água utilizada ao longo da cadeia produtiva de banana na região Norte-Mineira e identificar os pontos críticos de contaminação, auxiliando na implantação da Produção Integrada de Banana.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cultura da banana

A banana é uma das frutas mais importantes do mundo. O grande volume de banana é comercializado devido à possibilidade de produção continuada durante todo o ano, o elevado rendimento por hectare, o ciclo reduzido, a facilidade de manejo e armazenamento da fruta verde (MANICA, 1997).

Dentre as espécies frutíferas produzidas no Brasil e especificamente no Norte de Minas Gerais, a banana é uma das frutas tropicais mais consumidas no mundo, respondendo por, aproximadamente, 37% do comércio mundial de frutas (SAABOR *et al.*, 2000). Os principais países produtores de banana são: Índia, China, Filipinas e Brasil, responsáveis pela produção respectivamente em 2007 de 21.766.400; 7.325.000; 7.000.000; 6.972.408 toneladas (AGRIANUAL, 2009). No Brasil, Minas Gerais é o quinto produtor de banana com uma produção de 536.576 toneladas. Dentre as cidades do norte de Minas que mais produzem banana destacam-se Jaíba com 5.775,87 ha e Janaúba com 3.392,00 ha de área plantada (CODEVASF 2008).

2.2 Alimentos seguros

O consumidor tem aumentado consideravelmente seu interesse em relação a alimentos seguros devido, principalmente, a gravidade de doenças transmitidas por alimentos (SARRIA e FILGUEIRAS, 2006). No Brasil, nos anos de 1996 e de 1998 a 2000, foram registrados 192 casos de infecção alimentar com 12.188 enfermos e 3 mortes. *Salmonella* spp. foi a responsável pela maioria dos casos, com incidência em 76,6% dessas ocorrências. As

hortaliças de folhas e raízes foram responsáveis por 9,9% dos casos (SIRVETA, 2008).

A produção de alimentos seguros requer: controle na fonte, controle do desenvolvimento e do processo dos produtos, boas práticas higiênicas durante a produção, o processamento, a manipulação, a distribuição, a estocagem, a venda, a preparação e a utilização desses frutos (FORSYTHE, 2002).

Os fatores responsáveis pelo aumento de contaminação decorrentes do consumo de frutas e hortaliças são: presença de patógenos; produção centralizada em grandes unidades e distribuição mais longa; omissão da aplicação de medidas sanitárias; aumento da poluição ambiental, principalmente de águas de irrigação; capacidade de sobrevivência de alguns patógenos em condições adversas, capacidade de penetração de patógenos em frutas e hortaliças (*Salmonella* spp. em tomate e manga); capacidade de multiplicação de patógenos em frutas e hortaliças de baixa acidez ($\text{pH} \geq 4,6$) (FDA, 1998). O controle de patógenos de origem alimentar nem sempre é fácil; muitos sobrevivem no ambiente por longos períodos de tempo e podem ser transmitidos aos humanos de várias maneiras (FORSYTHE, 2002).

Em 1994, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) lançou um programa especial para a segurança alimentar com o objetivo de garantir um alimento para o consumo, isento de contaminantes de origem física, química ou biológica. Além de possibilitar a produção de alimentos saudáveis e seguros ao consumidor, aumenta a demanda destes alimentos no mercado.

No Brasil, entre as estratégias para a produção de frutas e hortaliças que atendam as normas de prevenção ao impacto ambiental e de inocuidade alimentar, estão a implantação do sistema de Produção Integrada (PI) e do Programa Alimento Seguro (PAS), que combinam princípios de Manejo Integrado de Pragas (MIP) com Boas Práticas na Agricultura (BPA), e o Sistema

de Análise de Perigo e Ponto Crítico de Controle (APPCC) para atender aos mercados cada vez mais exigentes (SARRIA e FILGUEIRAS, 2006).

2.2.1 Contaminação de produtos vegetais por micro-organismos no campo

Em geral, frutas e hortaliças podem ser contaminadas no campo por *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, espécies de *Vibrio*, vírus da hepatite A e Norwalk (espécie do gênero Norovírus, da família Caliciviridae), além de fungos dos gêneros como *Cryptosporidium* e *Cyclospora* e ovos de parasitas, como ovos do parasita intestinal como *Taenia solium* (VUGIA *et al.*, 2002). Segundo Rauxe *et al.* (1997), micro-organismos patogênicos constituem perigos potenciais à produção de frutas e hortaliças tropicais.

De acordo com Rauxe *et al.* (1997), os gêneros *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp, *Clostridium botulinum* e *Escherichia coli* estão entre os mais associados à agricultura. *Listeria* spp. tem capacidade de sobreviver por longos períodos no solo em material vegetal, sob condições adversas, podendo também ser disseminada por pássaros. *Salmonella* spp. é encontrada em solo, água, esgoto, animais e humanos. Seu habitat natural é o trato intestinal de animais, principalmente bovinos, que em alguns casos são assintomáticos. *Clostridium botulinum*, encontrado principalmente no solo, pode constituir perigo para frutas e hortaliças minimamente processadas. *Escherichia coli* está presente no trato intestinal de animais e de humanos e pode ser contaminante do solo, da água e de plantas (SARRIA e FILGUEIRA, 2006).

2.2.2 Contaminação de produtos vegetais por micro-organismo na colheita e pós-colheita

Nas etapas de colheita e pós-colheita, a contaminação pode ocorrer por manuseio inadequado, presença de animais domésticos, esteiras transportadoras, água de lavagem ou resfriamento rápido, embalagem de colheita, embalagem de comercialização, paletes, caminhões utilizados para o transporte e manuseio inadequado pelos funcionários (SARRIA e FILGUEIRAS, 2006).

O histórico do solo no qual são produzidas as frutas e as hortaliças é muito importante, uma vez que algumas bactérias podem sobreviver em solos por vários anos. Além disso, animais, insetos e pássaros são potenciais fontes de contaminação, pois são carreadores de micro-organismos patogênicos (SARRIA e FILGUEIRAS, 2006). Melões cantalupe provenientes do México veicularam várias estirpes de *Salmonella*, entre elas a *Salmonella poona*, que foi associada a casos de salmonelose no período de 2000 a 2002, e a veiculação da contaminação foi atribuída a répteis (PENTEADO e LEITÃO, 2004).

2.2.3 Contaminação de frutos por micro-organismos provenientes da água

A água é outro meio de disseminação de doenças em todas as etapas do processo de produção. As contaminações dos mananciais podem comprometer a qualidade da água utilizada na irrigação e nos procedimentos pós-colheita. A utilização de água de má qualidade química, física e biológica na produção de frutos pode colocar em risco a saúde do consumidor, especialmente, quando este faz uso de frutos consumidos “in natura”. Segundo Cenci (2006), o uso da água fria pode criar uma pressão diferencial e produzir um efeito de sucção em alguns frutos, quando o fruto quente é imerso em água fria para promover o equilíbrio térmico. Esta sucção pode acarretar o deslocamento dos contaminantes superficiais para dentro da polpa do produto e esses contaminantes ficarão

protegidos de outros tratamentos de sanitização. A lavagem com água clorada é recomendada para contrabalançar o efeito de infiltração.

A escassez de água tratada e de esgoto canalizado em áreas rurais constitui meios de contaminação dos frutos. As fontes de contaminação antropogênica em águas subterrâneas são associadas a despejos domésticos, industriais e ao chorume oriundo de aterros sanitários que contaminam os lençóis freáticos com micro-organismos patogênicos (FREITAS e ALMEIDA, 1998).

O manejo inadequado do solo e das condições de higiene ao manipular os frutos possibilitam a transmissão de doenças vindas de água contaminada com esgoto doméstico. É importante conhecer a qualidade da água a ser usada e adotar técnicas de tratamento, como forma de prevenção (MORAES, 2007).

A lavagem dos frutos no *packing house* com água contaminada pode comprometer a qualidade do produto, pois sabe-se que alguns micro-organismos patogênicos podem sobreviver por cerca de trinta dias em frutos e vegetais, podendo transmitir doenças ao homem, mesmo após passar pelas prateleiras de feiras e supermercados (MORAES, 2007).

Os micro-organismos que são patogênicos aos alimentos provocam alterações que permitem identificar a sua presença, como mudanças na consistência, na cor, odor ou sabor. Entretanto, a maioria dos micro-organismos que causam doenças ao consumidor não altera o aspecto físico ou organoléptico do alimento; portanto as medidas de controle devem ser preventivas (SOUZA, 2004).

2.3 Micro-organismos indicadores de contaminação

Micro-organismo indicador de contaminação pode pertencer a qualquer grupo taxonômico, fisiológico ou ecológico de micro-organismo, cuja presença

proporciona uma evidência referente ao histórico da amostra. Normalmente associado a micro-organismo de origem intestinal (FORSYTHE, 2002).

De acordo com Forsythe (2002), um indicador de segurança alimentar deve apresentar certas características como: ser detectável de forma fácil e rápida; ser facilmente distinguível de outros membros da flora do alimento; possuir um histórico de associações constantes com o patógeno, cuja presença visa a indicar; estar sempre presente quando o patógeno de interesse estiver presente; ser um micro-organismo cujos números sejam correlacionados às quantidades do patógeno de interesse; estar ausente dos alimentos que são livres de patógenos. Dentre estes, o grupo de coliformes *Escherichia coli* e *Salmonella* é o mais utilizado.

2.3.1 Grupo dos Coliformes

Os coliformes são bactérias gram-negativas, anaeróbicas facultativas em forma de bastonetes. O grupo dos coliformes inclui espécies do gênero *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, além da *E. coli* que apresenta muitas linhagens patogênicas ao homem. Os coliformes foram utilizados como micro-organismos indicadores de contaminação fecal. Contudo, como a maioria dos coliformes é encontrada no ambiente, essas bactérias possuem limitada relevância higiênica (FORSYTHE, 2002). Os critérios utilizados para a identificação é a produção de gás proveniente da glicose (e outros açúcares) e a fermentação da lactose até a produção de ácido e gás em um período de 48 horas a 35°C. Segundo Hitchins *et al.* (1998), os coliformes termotolerantes são definidos como coliformes capazes de fermentar a lactose em meio EC (*Escherichia Coli*), com a produção de gás, no período de 48 horas, a 45,5°C.

2.3.2 *Escherichia coli*

As linhagens patogênicas de *E.coli* são divididas de acordo com os sintomas clínicos e com os mecanismos de patogenicidade. Dos sete tipos existentes, as enterohemorrágicas foram reconhecidas como causadoras de doenças em humanos em 1982. São bactérias pertencentes a diversos sorogrupos. O sorotipo O157:H7 causa doença alimentar bastante grave resultando em morte (FORSYTHE, 2002). De acordo com Food and Drug Administration (FDA), a concentração para a *E. coli* O157:H7 é desconhecida. Porém, a compilação de dados de surtos indica que pode ser tão baixa quanto 10 células.

2.3.3 Gênero *Salmonella*

A *Salmonella* é uma bactéria-gênero da família Enterobacteriaceae. Está em forma de bacilos gram-negativos, anaeróbicas facultativas, não formam esporos e têm forma de bastonetes curtos (1 a 2µm) a maioria é flagelada (CASTRO, 2000; JAY; LOESSNER e GOLDEN, 2005).

O gênero contém cerca de 2324 linhagens que diferem pelos seus antígenos O (somático), H (flagelar) e Vi (capsular).

Os sintomas característicos da doença de origem alimentar causada por *Salmonella* incluem: diarreia, náuseas, dor abdominal, febre branda e calafrios, algumas vezes vômitos, dor de cabeça e fraqueza.

O pH ótimo para multiplicação das “Salmonelas” fica próximo de 7,0, sendo que valores superiores a 9,0 e inferiores a 4,0 podem ter efeito bactericidas. As Salmonelas não toleram concentrações de sal superiores a 9% (FRANCO e LAADGRAF, 2003).

O período de incubação varia de 16 a 72 horas. A enfermidade é autolimitante e persiste durante 5 a 7 dias. A pessoa infectada excreta grandes

quantidades de *Salmonella* spp. pelas fezes durante o período da doença (FORSYTHE, 2002).

A quantidade infecciosa varia de acordo com a idade e saúde da vítima, com o alimento e ainda com a linhagem da *Salmonella* spp. As doses infecciosas podem variar de 20 até 10^6 células por pessoa. A contaminação do alimento ocorre devido ao controle inadequado de temperatura, de práticas de manipulação que permitem a multiplicação do patógeno no alimento até atingir doses infecciosas (FORSYTHE, 2002).

Produtos de origem vegetal têm sido detectados como veículos de transmissão de surtos envolvendo doenças transmitidas por alimentos, muitos desses surtos são de origem bacteriana envolvendo principalmente o gênero *Salmonella* spp. (MADDEM, 1992).

Winfield e Groisman (2003), relataram que o gênero *Salmonella* spp. foi encontrado em ambientes aquáticos e também no solo, onde podem se multiplicar, considerando, entretanto, que estes são ambientes de transição antes da infecção em um hospedeiro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Levantamento de micro-organismos presentes em banana “Prata-Anã” na colheita e na pós-colheita

Para o levantamento de micro-organismos, foram selecionadas quatro áreas produtoras de banana “Prata-Anã” na região Norte do Estado de Minas Gerais, duas que utilizam água de canal de irrigação (A1CI e A2CI), localizadas no município de Janaúba e Nova Porteira, e duas que usam água de poço tubular (A3PT e A4PT) localizadas no município de Janaúba e Verdelândia. Por um período de quatro meses, mensalmente, foram retiradas amostras de banana nas quatro áreas nas etapas de colheita, embalagem e no momento do transporte. Cada amostra foi composta por 5 kg de frutos que, após acondicionamento em saco plástico foi colocada em caixa térmica e transportada para o Laboratório de Patologia Pós-colheita de Frutos e Hortaliças da Unimontes para ser analisada.

3.1.1 Análise microbiológica da casca e da polpa dos frutos de banana

3.1.1.1 Determinação de Coliformes Totais e Termotolerantes

Para a contagem de Coliformes Totais e Termotolerantes na casca e na polpa dos frutos de banana amostradas nas etapas de colheita, embalagem e transporte, foi utilizada a técnica de tubos múltiplos (série de três tubos). Para cada etapa, realizou-se a homogeneização da casca e da polpa e obteve-se uma unidade analítica de 25 g da casca e 25 g da polpa. Cada um desses materiais foi transferido para frascos com 225 mL de água peptonada 0,1% obtendo a solução inicial.

A partir da solução inicial, foram semeados 10 mL em série de três tubos contendo caldo lauril sulfato de sódio em concentração dupla em tubos de

Durham invertidos. A seguir, foi semeado 1 mL da solução inicial em uma série de três tubos contendo caldo lauril sulfato de sódio em concentração simples e 0,1 mL da solução inicial em uma série de três tubos contendo caldo lauril sulfato de sódio em concentração simples e diluições até 10^{-3} e os tubos foram incubados a 35 °C durante 48 horas. A suspeita de coliformes foi indicada pela formação de gás nos tubos de Durham e efervescência quando agitado gentilmente. Além da turbidez do meio.

Os tubos positivos do caldo lauril sulfato de sódio foram inoculados em tubos contendo caldo lactose bile verde-brilhante 2% (CLBVB) e incubados a 36 °C por 24 horas e também em tubos contendo caldo EC e incubados a 45 ± 2 °C, por 48 horas em banho-maria com circulação de água. A presença de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes foi confirmada pela formação de gás no tubo de Durham e efervescência quando agitado gentilmente.

A determinação do número mais provável (NMP) de Coliformes Totais e Termotolerantes foi realizada empregando-se a tabela do FDA (SILVA; JUNQUEIRA e SILVEIRA, 2001).

3.1.1.2 Determinação de *Salmonella* spp.

Para detectar a presença do gênero *Salmonella* spp. na casca e na polpa da banana amostrada durante as etapas de colheita, embalagem e transporte, pesaram-se 25 g da casca e 25 g da polpa de banana e adicionaram-se 225 mL de solução salina peptonada 1% tamponada. A seguir, foram homogeneizadas e deixadas em repouso por uma hora em temperatura ambiente para o pré-enriquecimento e, posteriormente, incubado a 36 ± 1 °C por 16 horas. Para o enriquecimento seletivo, inoculou-se 0,1 mL das amostras pré-enriquecidas para tubos contendo 10 mL de caldo Rappaport Vassiliadis. Os tubos foram incubados em banho-maria com circulação de água por 24 horas. Um mililitro

das amostras pré-enriquecidas foi pipetado e transferido para tubos contendo 10 mL de caldo selenito cistina e os tubos foram incubados a $41 \pm 0,5$ °C em banho-maria com circulação de água por 24 horas. Os caldos seletivos de enriquecimento foram repicados para placas contendo os meios sólidos seletivos. Dessa forma, foram obtidas duas placas contendo o meio ágar verde brilhante vermelho de fenol lactose sacarose (BPLS) uma originária do caldo Rappaport Vassiliadis e outra originária do caldo selenito cistina e duas placas contendo o meio ágar xilose lisina desoxicolato (XLD) obtidas do mesmo modo descrito para o meio BPLS. As placas invertidas foram incubadas a 36 ± 1 °C por 24 horas. Foram selecionadas de três a dez colônias suspeitas por amostras, no meio BPLS as colônias suspeitas são incolores, rosadas ou verde-amareladas, e no meio XLD as colônias típicas são transparentes ou com centros negros. As colônias bacterianas selecionadas foram repicadas em meio ágar padrão para contagem (PCA) e incubadas a 36 ± 1 °C por 24 horas. A fim de verificar sua pureza, foram realizadas provas bioquímicas preliminares como a produção de urease, que consiste em semear as colônias típicas em ágar uréia e a seguir incubar a 36 ± 1 °C por 24 horas. Além da reação em ágar ferro, três açucares (TSI) e caldo ágar lisina ferro (LIA), as colônias foram inoculadas por meio de picada profunda e pelo método da estria na superfície do meio de cultura e o teste SIM que foi realizado por picada no meio e incubado a 36 ± 1 °C por 24 horas. Colônias que apresentaram características típicas de *Salmonella* spp. foram confirmadas por meio da reação sorológica, utilizando-se soro anti-*Salmonella* polivalente “O”.

3.2 Levantamento de micro-organismos na água proveniente do poço tubular e do canal de irrigação

Nas áreas onde foram coletadas amostras de banana, foi analisada também a qualidade da água proveniente do canal (A1CI e A2CI) e do poço tubular (A3PT e A4PT). Foram coletadas 10 subamostras de 10 mL de água, em frascos estéreis, que foram reunidas em uma amostra de trabalho. A coleta foi realizada na comporta do canal de irrigação e na saída da água do poço tubular. Realizou-se a análise de Coliformes Totais e Termotolerantes onde foram preparadas diluições até 10^{-3} como descrito no item 3.1.1.1.

Para a análise de *Salmonella* spp., em $25 \text{ mL} \pm 2 \text{ mL}$ da água do poço ou do canal foram adicionados 225 mL de solução salina peptonada 1% tamponada, realizando a análise como descrito no item 3.1.1.2.

A *E. coli* foi confirmada usando o caldo lauril sulfato triptose (LST – MUG) com incubação a $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24-48 horas. Tubos que emitiram fluorescência azul, sob luz UV (365 nm) foram confirmativos para presença de *E. coli*.

3.3 Levantamento de micro-organismos na água utilizada na irrigação das plantas

Das áreas selecionadas para a coleta da banana, foi analisada a qualidade da água utilizada na irrigação. A cada mês, por um período de quatro meses, coletou-se a água na saída do aspersor. Foram coletadas 10 subamostras de 10 mL de água, em frascos estéreis, que foram reunidas em uma amostra de trabalho.

Para a realização da análise de Coliformes Totais e Termotolerantes da água, foram preparadas diluições até 10^{-3} como descrito no item 3.1.1.1.

Para a análise de *Salmonella* spp., em $25 \pm 2 \text{ mL}$ da água utilizada na irrigação foram adicionados 225 mL de solução salina peptonada 1% tamponada, realizando a análise como descrito no item 3.1.1.2.

A *E.coli* foi confirmada usando o caldo lauril sulfato triptose (LST – MUG) com incubação a 35 °C durante 24-48 horas. Tubos que emitiram fluorescência azul, sob luz UV (365 nm) foram confirmativos para presença de *E. coli*.

3.4 Levantamento de micro-organismos na água utilizada no tanque para lavagem dos frutos antes e após a lavagem destes

Nas áreas selecionadas para a coleta da banana, foi analisada a qualidade da água utilizada no tanque para a lavagem dos frutos antes e depois deste processo. Por um período de quatro meses, foi amostrada a água do tanque antes e depois da lavagem dos frutos. Foram coletadas 10 subamostras de 10 mL de água, em frascos estéreis, que foram reunidas em uma amostra de trabalho.

Para a realização da análise de Coliformes Totais e Termotolerantes, foram preparadas diluições até 10^{-3} como descrito no item 3.1.1.1.

Para a análise de *Salmonella* spp., em 25 mL \pm 2 mL da água do tanque antes da lavagem e após a lavagem foram adicionados 225 mL de solução salina peptonada 1% tamponada, realizando a análise como descrito no item 3.1.1.2.

A *E.coli* foi confirmada usando o caldo lauril sulfato triptose (LST – MUG) com incubação a 35°C durante 24-48 horas. Tubos que emitiram fluorescência azul, sob luz UV (365 nm) foram confirmativos para presença de *E. coli*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de Coliformes Totais e Termotolerantes na casca e na polpa do fruto

Em todas as áreas, independentemente da origem da água usada, o número de Coliformes Totais (TABELA 1) e o número de Coliformes Termotolerantes (TABELA 2) encontrados na casca e na polpa dos frutos durante a colheita foram menores do que 3 NMP/g.

TABELA 1. Número Mais Provável (NMP/g) de Coliformes Totais (CT) na casca e na polpa do fruto de banana Prata-Anã na época da colheita.

| Área | Mês | CT | Li | Ls | CT | Li | Ls |
|------|----------|-------------------|-----|-----|-------------------|-----|-----|
| | | NMP/g | NMP | NMP | NMP/g | NMP | NMP |
| | | ----- Casca ----- | | | ----- Polpa ----- | | |
| A1CI | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Novembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Novembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Novembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Novembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |

- Li (Limite Inferior) e o Ls (Limite Superior), com intervalo de confiança de 95%.

TABELA 2. Número Mais Provável (NMP/g) de Coliformes Termotolerantes (CTe) na casca e na polpa do fruto de banana Prata-Anã na época da colheita.

| Área | Mês | CTe | Li | Ls | CTe | Li | Ls |
|------|----------|-------------------|-----|-----|-------------------|-----|-----|
| | | NMP/g | NMP | NMP | NMP/g | NMP | NMP |
| | | ----- Casca ----- | | | ----- Polpa ----- | | |
| A1CI | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Novembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Novembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Novembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Novembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |

- Li (Limite Inferior) e o Ls (Limite Superior), com intervalo de confiança de 95%.

O valor de Coliformes Totais encontrado na casca dos frutos após a embalagem na área produtora A1CI variou de menos 3 a 93 NMP/g. Na área produtora A2CI variou de < 3 até 15 NMP/g. Já na área produtora A3PT foi menor que 3 até 150 NMP/g e na área produtora A4PT foi menor que 3 até 15 NMP/g (TABELA 3). Isto mostra um aumento do número de Coliformes Totais na casca do fruto de banana, após a lavagem do mesmo, em relação à quantidade determinada na casca no período de colheita, quando todos os valores encontrados foram menores que 3 NMP/g na maioria das áreas.

A análise de Coliformes Totais na polpa do fruto de banana após a embalagem revelou que o número de Coliformes Totais foi menor do que 3

NMP/g para a maioria, no mês de agosto e setembro na A2CI e no mês de setembro A1CI foram detectados 3,6 NMP/g (TABELA 3). Sendo assim, na análise da polpa nas áreas A1CI e A2CI foram encontrados Coliformes Totais.

TABELA 3. Número Mais Provável (NMP/g) de Coliformes Totais (CT) na casca e na polpa do fruto de banana Prata-Anã na após a embalagem.

| Área | Mês | CT | Li | Ls | CT | Li | Ls |
|------|----------|-------------------|------|-----|-------------------|------|-----|
| | | NMP/g | NMP | NMP | NMP/g | NMP | NMP |
| | | ----- Casca ----- | | | ----- Polpa ----- | | |
| A1CI | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Setembro | 93 | 18 | 420 | 3,6 | 0,17 | 18 |
| A1CI | Outubro | 15 | 3,7 | 42 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Novembro | 93 | 18 | 420 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Agosto | 3,6 | 0,17 | 18 | 3,6 | 0,17 | 18 |
| A2CI | Setembro | 3,6 | 0,17 | 18 | 3,6 | 0,17 | 18 |
| A2CI | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Novembro | 15 | 3,7 | 42 | < 3,0 | - | 9,5 |
| | | | | | | | |
| A3PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Setembro | 150 | 370 | 420 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Outubro | 9,2 | 1,4 | 38 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Novembro | 7,4 | 1,3 | 20 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Outubro | 15 | 3,7 | 42 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Novembro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |

- Li (Limite Inferior) e o Ls (Limite Superior), com intervalo de confiança de 95%.

O valor de Coliformes Termotolerantes encontrado na casca após a embalagem dos frutos de banana na área A1CI variou de < 3 até 93 NMP/g. Na área A2CI foi menor que 3 até 15 NMP/g. Já na área A3PT foi menor que 3 até 43 NMP/g e na área A4PT foi menor que 3 até 3,6 NMP/g (TABELA 4). Este resultado mostra um aumento do número de Coliformes Termotolerantes na casca do fruto de banana, após a lavagem do mesmo, em relação à quantidade determinada na casca no período de colheita, quando todos os valores

encontrados foram menores que 3 NMP/g. Entretanto, a análise de Coliformes Termotolerantes na polpa apresentou em todas as amostras o valor de Coliformes Termotolerantes menor que 3 NMP/g após a embalagem (TABELA 4).

TABELA 4. Número Mais Provável (NMP/g) de Coliformes Termotolerantes (CTe) na casca e na polpa do fruto de banana Prata-Anã após a embalagem.

| Área | Mês | CTe | Li | Ls | CTe | Li | Ls |
|------|----------|-------------------|------|-----|-------------------|-----|-----|
| | | NMP/g | NMP | NMP | NMP/g | NMP | NMP |
| | | ----- Casca ----- | | | ----- Polpa ----- | | |
| A1CI | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Setembro | 9,2 | 1,4 | 38 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Novembro | 93 | 18 | 420 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Agosto | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Setembro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Novembro | 15 | 3,7 | 42 | < 3,0 | - | 9,5 |
| | | | | | | | |
| A3PT | Agosto | 43 | 9 | 180 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Setembro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Outubro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Novembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Outubro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Novembro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |

- Li (Limite Inferior) e o Ls (Limite Superior), com intervalo de confiança de 95%.

O número de Coliformes Totais detectados na casca da banana no momento do transporte na A1CI apresentou uma variação de < 3,0 até 240 NMP/g e na A2CI uma variação de 3,6 a 43 NMP/g. Todavia, na A3PT a variação foi de 9,2 a 210 NMP/g e na A4PT de < 3,0 até 9,2 NMP/g (TABELA 5).

Com relação à polpa; na A1CI detectou-se, no mês de setembro, 9,2 NMP/g de Coliformes Totais. Na A2CI foi detectado, no mês de agosto e outubro, 3,6 NMP/g e na A3PT, no mês de outubro, o número de Coliformes Totais encontrado foi de 3,6 NMP/g (TABELA 5).

TABELA 5. Número Mais Provável (NMP/g) de Coliformes Totais (CT) na casca e na polpa do fruto de banana Prata-Anã no momento do transporte.

| Área | Mês | CT | Li | Ls | CT | Li | Ls |
|------|----------|-------------------|------|------|-------------------|------|-----|
| | | NMP/g | NMP | NMP | NMP/g | NMP | NMP |
| | | ----- Casca ----- | | | ----- Polpa ----- | | |
| A1CI | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Setembro | 240 | 42 | 1000 | 9,2 | 1,4 | 38 |
| A1CI | Outubro | 43 | 9 | 180 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Novembro | 210 | 40 | 430 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Agosto | 3,6 | 0,17 | 18 | 3,6 | 0,17 | 18 |
| A2CI | Setembro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Outubro | 9,2 | 1,4 | 38 | 3,6 | 0,17 | 18 |
| A2CI | Novembro | 43 | 9 | 180 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Agosto | 210 | 40 | 430 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Setembro | 9,2 | 1,4 | 38 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Outubro | 23 | 4,6 | 94 | 3,6 | 0,17 | 18 |
| A3PT | Novembro | 150 | 37 | 420 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Setembro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Outubro | 9,2 | 1,4 | 38 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Novembro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |

- Li (Limite Inferior) e o Ls (Limite Superior), com intervalo de confiança de 95%.

As amostras da casca da banana analisadas, no momento do transporte, apresentaram na área A1CI a variação de < 3,0 até 93 NMP/g e na área A2CI a variação foi de < 3 a 9,2 NMP/g. Contudo, na área A3PT a variação foi de < 3 a 23 NMP/g e na área A4PT foi de < 3,0 até 3,6 NMP/g (TABELA 6).

A análise, na casca e na polpa dos frutos de banana, de Coliformes Termotolerantes apresentou menos que 3 NMP/g (TABELA 6) em todas as áreas no momento do transporte.

TABELA 6. Número Mais Provável (NMP/g) de Coliformes Termotolerantes (CTe) na casca e na polpa do fruto de banana Prata-Anã no momento do transporte.

| Área | Mês | CTe | Li | Ls | CTe | Li | Ls |
|------|----------|-------------------|------|-----|-------------------|-----|-----|
| | | NMP/g | NMP | NMP | NMP/g | NMP | NMP |
| | | ----- Casca ----- | | | ----- Polpa ----- | | |
| A1CI | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Setembro | 43 | 9 | 180 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Outubro | 9,2 | 1,4 | 38 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A1CI | Novembro | 93 | 18 | 420 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Agosto | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Outubro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A2CI | Novembro | 9,2 | 1,4 | 38 | < 3,0 | - | 9,5 |
| | | | | | | | |
| A3PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Setembro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Outubro | 9,2 | 1,4 | 38 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Novembro | 23 | 4,6 | 94 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Outubro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Novembro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |

- Li (Limite Inferior) e o Ls (Limite Superior), com intervalo de confiança de 95%.

De acordo com a ANVISA (BRASIL, 2001), as bananas se enquadram em frutas frescas “in natura”, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto e a tolerância para amostra indicativa é de 500 Coliformes Termotolerantes. Sendo assim, a polpa e a casca da banana em todas as amostras no período da colheita apresentaram valores de coliformes termotolerantes menores que o permitido

pela ANVISA. Estudos em Minnesota e Wisconsin nos Estados Unidos revelaram que apenas 1,5 a 2,5% de frutos e vegetais de pré-colheita convencional produzida havia contaminação detectável de *E. coli* (MUKHERJEE *et al.* 2004; MUKHERJEE *et al.*, 2006).

Segundo os dados encontrados no presente trabalho, o fruto de banana, em todas as propriedades, apresentou índice de Coliformes Termotolerantes aceitável de acordo com a ANVISA. Em estudo de Pinheiro *et al* (2005), de 100 amostras de frutos minimamente processados analisados (goiaba, manga, melão, mamão e abacaxi) 28% apresentavam Coliformes Termotolerantes em valores maiores que 500 NMP/g onde a maior incidência foi em melões e a menor em abacaxi. De acordo com Pinheiro *et al* (2005) isso ocorreu devido ao ácido do fruto de abacaxi.

4.2 Análise da presença de *Salmonella* spp. na casca e na polpa do fruto de banana

A TABELA 7 revela a ausência de *Salmonella* spp. na casca e na polpa em todas as etapas na área A1CI e A4PT; em A2CI foi encontrado *Salmonella* spp. na casca do fruto durante a colheita, o que indica a contaminação do fruto. De acordo com a ANVISA (BRASIL, 2001), a amostra deve ser ausente de *Salmonella* spp., ou seja, o fruto desta área é impróprio para consumo.

Na área A3PT, na casca do fruto durante a colheita e após a embalagem, foi encontrado *Salmonella* spp. (TABELA 7).

TABELA 7 Ocorrência de *Salmonella* spp. na casca e polpa da banana nas etapas de colheita, embalagem e transporte em todas as áreas produtoras.

| Área | Amostra | <i>Salmonella</i> (Presença/Ausência em 25 gramas) | |
|------|------------|--|---------|
| | | Casca | Polpa |
| A1CI | Colheita | Ausente | Ausente |
| A1CI | Embalagem | Ausente | Ausente |
| A1CI | Transporte | Ausente | Ausente |
| A2CI | Colheita | Presente | Ausente |
| A2CI | Embalagem | Ausente | Ausente |
| A2CI | Transporte | Ausente | Ausente |
| A3PT | Colheita | Presente | Ausente |
| A3PT | Embalagem | Presente | Ausente |
| A3PT | Transporte | Ausente | Ausente |
| A4PT | Colheita | Ausente | Ausente |
| A4PT | Embalagem | Ausente | Ausente |
| A4PT | Transporte | Ausente | Ausente |

Não existem dados na literatura sobre a incidência de *Salmonella* spp. na banana. Não foi encontrado *Salmonella* spp. na polpa provavelmente devido à casca que dificulta a entrada da bactéria em outros frutos. Madden (1992) mostrou que 24 dos 2200 melões analisados foram positivos para *Salmonella* spp. Bordini *et al* (2007) avaliaram a incidência de *Salmonella* spp. em mangas produzidas no Brasil destinadas ao mercado interno e externo onde 2 das 67 amostras daquelas destinadas ao mercado interno apresentaram resultados positivos. Parish (1998) avaliou laranjas e não detectou *Salmonella* spp na superfície de 375 amostras de superfície de frutas de laranja e suco nos E.U.A.

As condições sanitárias durante o percurso da água até o *packing house* e durante a lavagem dos tanques e dos frutos nas etapas de colheita, transporte e armazenamento, assim como, a manipulação dos frutos, pode levar à contaminação com *Salmonella* spp, visto que, de acordo com Winfield e

Groisman (2003), o gênero *Salmonella* spp. foi encontrado em ambientes aquáticos e também no solo, onde podem se multiplicar, considerando, entretanto, que estes são ambientes de transição antes da infecção em um hospedeiro. Ponka *et al.* encontrou salmonella entre as bactérias endofíticas colonizando alfafa. As Salmonellas encontradas correspondem ao soro anti-Salmonella polivalente “O” podendo conter tanto bactérias patogênicas quanto bactérias não patogênicas.

4.3 Análise de Coliformes Totais e Termotolerantes na água do poço tubular e do canal de irrigação

A análise da água proveniente do canal de irrigação, áreas A1CI e A2CI, apresentou um alto número de Coliformes Totais (CT), onde o maior valor encontrado foi de 4600 NMP/100 mL, em comparação com a análise da água proveniente de poço tubular, áreas A3PT e A4PT, que apresentou valor de Coliformes Totais (CT) menor do que 3 de NMP/100 mL (TABELA 8). Porém, no mês de novembro, na A3PT, foi detectado 1500 NMP/100 mL de Coliformes Totais na água originada do poço tubular (Tabela 8).

Com relação aos Coliformes Termotolerantes (CTe) nas áreas A1CI e A2CI, o menor valor encontrado foi de 930 NMP/100 mL e o maior de 2400 NMP/100 mL. Porém, nas áreas A3PT e A4PT, foram encontrados valores menores do que 3 NMP/100 mL de Coliformes Termotolerantes com exceção da A3PT no mês de novembro que apresentou 240 NMP/100 mL (TABELA 8).

4.4 Análise de coliformes Totais e Termotolerantes na água utilizada na irrigação das plantas

Na TABELA 9 verifica-se que o número de Coliformes Totais e Termotolerantes encontrados na água utilizada para irrigação nas áreas que apresentam água de canal é maior que nas áreas que utilizam água do poço

tubular. Nas áreas A1CI e A2CI o maior valor encontrado foi de 4600 NMP/100 mL de Coliformes Totais e de Termotolerantes. Na água da irrigação das áreas que utilizam água de poço tubular o maior valor encontrado foi de 3,6 e <3 NMP/100 mL para Coliformes Totais e de Termotolerantes, respectivamente (TABELA 9). No mês de novembro não foram coletadas amostras para análise, pois esse mês foi chuvoso e neste caso, as áreas produtoras não utilizaram a irrigação.

TABELA 8 Número Mais Provável (NMP/100 mL) de Coliformes Totais (CT) e Termotolerantes (CTe) na água do canal de irrigação e do poço tubular.

| Área | Mês | Coliformes Totais | | | Coliformes Termotolerantes | | |
|------|----------|-------------------|----------|----------|----------------------------|----------|----------|
| | | NMP/100mL | Li (NMP) | Ls (NMP) | NMP/100mL | Li (NMP) | Ls (NMP) |
| A1CI | Agosto | 2400 | 420 | 10000 | 2400 | 420 | 10000 |
| A1CI | Setembro | 2400 | 420 | 10000 | 930 | 180 | 4200 |
| A1CI | Outubro | 2400 | 420 | 10000 | 930 | 180 | 4200 |
| A1CI | Novembro | 2400 | 420 | 10000 | 1500 | 370 | 4200 |
| A2CI | Agosto | 4600 | 900 | 20000 | 2400 | 420 | 10000 |
| A2CI | Setembro | 2400 | 420 | 10000 | 930 | 180 | 4200 |
| A2CI | Outubro | 4600 | 900 | 20000 | 2400 | 420 | 10000 |
| A2CI | Novembro | 2400 | 420 | 10000 | 930 | 180 | 4200 |
| A3PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Novembro | 1500 | 370 | 4200 | 240 | 42 | 1000 |
| A4PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Setembro | 3,6 | 0,17 | 18 | <3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Novembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |

- Li (Limite Inferior) e o Ls (Limite Superior), com intervalo de confiança de 95%.

TABELA 9. Número Mais Provável (NMP/100 mL) de Coliformes Totais (CT) e Termotolerantes (CTe) na água de irrigação provenientes de canais e poço tubular de todas as áreas.

| Área | Mês | Coliformes Totais | | | Coliformes Termotolerantes | | |
|------|----------|-------------------|----------|----------|----------------------------|----------|----------|
| | | NMP/100mL | Li (NMP) | Ls (NMP) | NMP/100mL | Li (NMP) | Ls (NMP) |
| A1CI | Agosto | 2400 | 420 | 10000 | 2400 | 420 | 10000 |
| A1CI | Setembro | 2400 | 420 | 10000 | 2400 | 420 | 10000 |
| A1CI | Outubro | 4600 | 90 | 20000 | 2400 | 420 | 10000 |
| A1CI | Novembro | - | - | - | - | - | - |
| A2CI | Agosto | 4600 | 90 | 20000 | 4600 | 90 | 20000 |
| A2CI | Setembro | 2400 | 420 | 10000 | 2400 | 420 | 10000 |
| A2CI | Outubro | 2400 | 420 | 10000 | 930 | 180 | 4200 |
| A2CI | Novembro | - | - | - | - | - | - |
| A3PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Outubro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A3PT | Novembro | - | - | - | - | - | - |
| A4PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Setembro | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Outubro | 3,6 | 0,17 | 18 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Novembro | - | - | - | - | - | - |

- Li (Limite Inferior) e o Ls (Limite Superior), com intervalo de confiança de 95%.

4.5 Análise de Coliformes Totais e Termotolerantes na água utilizada no tanque antes e após a lavagem dos frutos

A análise da água utilizada nos tanques antes da lavagem dos frutos das áreas A1CI e A2CI revelou a presença de 11000 NMP/100 mL de Coliformes Totais com exceção da A1CI no mês de outubro onde o valor de Coliformes Totais foi de 4600 NMP/100 mL. Isto mostra um número maior que o encontrado na água do canal nas mesmas áreas onde o maior valor encontrado de Coliformes Totais foi de 2400 NMP/100 mL. Em relação às áreas A3PT e A4PT, na área A3PT foram encontrados valores de 210 e 150 NMP/100 mL e na

área A4PT valores de 3,6 e 150 NMP/100 mL (TABELA 10). Dessa forma, observou-se um aumento de Coliformes Totais na água do tanque antes da lavagem dos frutos tanto nas áreas A1CI e A2CI, que usam água de canal de irrigação, como nas áreas A3PT e A4PT, que utilizam água de poço tubular (TABELA 10). O mesmo foi observado quando foi feita a análise da água após a lavagem do fruto que revelou um aumento no nível de Coliformes Totais nas áreas que apresentam a água proveniente de poço tubular (A3PT e A4PT). Nas áreas A1CI e A2CI e A3PT, todos os resultados indicaram a presença de 11000 NMP/100 mL de Coliformes Totais. Nas A2CI e A3PT, o maior valor encontrado foi 11000 NMP/100 mL de Coliformes Totais. Na A4PT, o maior valor encontrado foi de 4600 NMP/100 mL (TABELA 10).

TABELA 10 Número Mais Provável (NMP/100 mL) de Coliformes Totais (CT) da água do tanque antes e depois da lavagem dos frutos.

| Área | Mês | CT | Li | Ls | CT | Li | Ls |
|------|----------|-----------------------------|------|-------|-------------------------------|------|-------|
| | | NMP/100ml | NMP | NMP | NMP/100mL | NMP | NMP |
| | | ----- Antes da Lavagem----- | | | ----- Depois da Lavagem ----- | | |
| A1CI | Agosto | 11000 | 1800 | 41000 | 11000 | 1800 | 41000 |
| A1CI | Setembro | 11000 | 1800 | 41000 | 11000 | 1800 | 41000 |
| A1CI | Outubro | 4600 | 900 | 20000 | 11000 | 1800 | 41000 |
| A1CI | Novembro | 11000 | 1800 | 41000 | 11000 | 1800 | 41000 |
| A2CI | Agosto | 11000 | 1800 | 41000 | 11000 | 1800 | 41000 |
| A2CI | Setembro | 11000 | 1800 | 41000 | 4600 | 900 | 20000 |
| A2CI | Outubro | 11000 | 1800 | 41000 | 11000 | 1800 | 41000 |
| A2CI | Novembro | 11000 | 1800 | 41000 | 11000 | 1800 | 41000 |
| A3PT | Agosto | 150 | 37 | 420 | 11000 | 1800 | 41000 |
| A3PT | Setembro | 210 | 400 | 4300 | 4600 | 900 | 20000 |
| A3PT | Outubro | 150 | 37 | 420 | 11000 | 1800 | 41000 |
| A3PT | Novembro | 210 | 400 | 4300 | 4600 | 900 | 20000 |
| A4PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Setembro | 150 | 37 | 420 | 2400 | 420 | 10000 |
| A4PT | Outubro | 3,6 | 0,17 | 18 | 4600 | 900 | 20000 |
| A4PT | Novembro | 150 | 37 | 420 | 4600 | 900 | 20000 |

- Li (Limite Inferior) e o Ls (Limite Superior), com intervalo de confiança de 95%.

A TABELA 11 indica um aumento no número de Coliformes Termotolerantes na água do tanque antes da lavagem, nas áreas A1CI e A2CI o valor encontrado foi de 2400, 4600 e 11000 NMP/ 100 mL, revelando um aumento do número de Coliformes Termotolerantes em relação à água do canal dessas propriedades. Em relação às áreas A3PT e A4PT, o maior valor encontrado foi de 150 NMP/100 mL.

A análise da água do tanque revelou um aumento no nível de Coliformes Termotolerantes após a lavagem em relação a antes da lavagem dos frutos nas áreas que apresentam a água proveniente de poço como as áreas, A3PT e A4PT.

TABELA 11. Número Mais Provável (NMP/100 mL) de Coliformes Termotolerantes (CTe) da água do tanque antes e depois da lavagem dos frutos.

| Área | Mês | CTe | Li | Ls | CTe | Li | Ls |
|------|----------|----------------------------|------|-------|------------------------------|------|-------|
| | | NMP/100m I | NMP | NMP | NMP/100m L | NMP | NMP |
| | | ----- Antes da Lavagem---- | | | ----- Depois da Lavagem ---- | | |
| A1CI | Agosto | 11000 | 1800 | 41000 | 11000 | 1800 | 41000 |
| A1CI | Setembro | 11000 | 1800 | 41000 | 4600 | 900 | 20000 |
| A1CI | Outubro | 4600 | 900 | 20000 | 2100 | 400 | 4300 |
| A1CI | Novembro | 2400 | 420 | 10000 | 2400 | 420 | 10000 |
| A2CI | Agosto | 11000 | 1800 | 41000 | 11000 | 1800 | 41000 |
| A2CI | Setembro | 4600 | 900 | 20000 | 2100 | 400 | 4300 |
| A2CI | Outubro | 2400 | 420 | 10000 | 930 | 180 | 4200 |
| A2CI | Novembro | 4600 | 900 | 20000 | 2400 | 420 | 10000 |
| | | | | | | | |
| A3PT | Agosto | 9,2 | 1,4 | 38 | 2400 | 420 | 10000 |
| A3PT | Setembro | 93 | 18 | 420 | 4600 | 900 | 20000 |
| A3PT | Outubro | 15 | 4,5 | 42 | 930 | 180 | 4200 |
| A3PT | Novembro | 150 | 37 | 420 | 930 | 180 | 4200 |
| A4PT | Agosto | < 3,0 | - | 9,5 | < 3,0 | - | 9,5 |
| A4PT | Setembro | 93 | 18 | 420 | 930 | 180 | 4200 |
| A4PT | Outubro | 3,6 | 0,17 | 18 | 430 | 90 | 1800 |
| A4PT | Novembro | 93 | 18 | 420 | 930 | 180 | 4200 |

- Li (Limite Inferior) e o Ls (Limite Superior), com intervalo de confiança de 95%.

Conforme o CONAMA (BRASIL, 1986), a água a ser utilizada na irrigação da banana deve ser classificada como Classe 2 em que o limite aceitável de Coliformes Totais é de 5000 NMP/100 mL de água e o de Coliformes Termotolerantes é de 1000 NMP/100 mL de água. Qualquer valor acima destes significa que a água é inadequada para irrigação de hortaliças e plantas frutíferas.

A água do canal da área A1CI apresentou média de Coliformes Termotolerantes igual a 1440 NMP/100 mL; na área A2CI a média foi de 1665 NMP/100 mL. Assim, a área A1CI e A2CI apresentam a água de canal inadequada para irrigação. Isso provavelmente ocorre devido ao fato dos canais serem abertos e passar por comunidades que lavam suas roupas, vasilhas e muitas crianças tomam banho dentro dos canais. Nas áreas A3PT e A4PT que apresentam água de poço tubular, a variação de Coliformes Termotolerantes foi de < 3 NMP/100 mL com exceção da área A3PT que no mês de novembro foi chuvoso e onde o número de Coliformes Termotolerantes foi de 240 NMP/100 mL. Todavia, a água de poço tubular está aceitável para irrigação. Oliveira *et al.* (2005) encontraram os maiores valores de Coliformes Termotolerantes em Poços Tubulares após o período de chuva associando às infiltrações através do solo e/ou à entrada de aerossóis e de poeiras contaminadas pela abertura do poço, devido às chuvas e aos ventos.

Amaral *et al* (2003) realizaram um estudo em 30 propriedades situadas na região Nordeste do Estado de São Paulo que apresentavam água de poço subterrâneo, encontrando valores máximos de Coliformes Totais de 260 NMP/100 mL o que torna a água imprópria para o consumo, mas de acordo com CONAMA (BRASIL, 1986), adequada para a irrigação. Souto (2005) constatou em todas as fontes de água usadas para irrigação de hortaliças investigadas presença de Coliformes Termotolerantes.

A água de irrigação proveniente de canal na A1CI apresentou média de Coliformes Termotolerantes 2400 NMP/100 mL, e a A2CI apresentou média de 2643 NMP/100 mL. Portanto, são inadequadas para a irrigação. Nas áreas A3PT e A4PT o número de Coliformes Termotolerantes encontrados foi menor que 3 NMP/100 mL de água. Segundo Franco *et al.* (2007), águas poluídas usadas na irrigação constituirão uma das fontes de contaminação não só do solo como também dos próprios vegetais. Essas águas contaminadas poderão facilmente servir de veículo de infecção aos frutos e conseqüentemente aos seus manipuladores nas operações de colheita, transporte ou venda e, de maneira mais direta, aos consumidores (CHRISTOVÃO; IARIAS e CANDEIAS, 1967).

A média de Coliformes Termotolerantes na água do tanque antes da lavagem dos frutos na A1CI foi de 7250 NMP/100 mL; na área A2CI, 5650 NMP/100 mL; na área A3PT, 66,8 NMP/100 mL, e na área A4PT, 48,15 NMP/100 mL. Isto mostra que houve um aumento no número de Coliformes Termotolerantes em relação à água do canal e do poço, provavelmente devido à falta de higienização do tanque. No entanto, a água das áreas A3PT e A4PT estão adequadas para irrigação da banana de acordo com o CONAMA (BRASIL, 1986).

Na água do tanque, depois da lavagem dos frutos, as médias de Coliformes Termotolerantes nas áreas 1,2,3 e 4 foram de 5025; 4107,5; 2215 e 573,25 NMP/100 mL, respectivamente. Assim, nas áreas A1CI e A2CI, o nível de Coliformes Termotolerantes ficou próximo ao da água do tanque antes da lavagem. Na área A3PT, o nível aumentou e a água ficou inadequada para o uso. Já na área A4PT o número de Coliformes aumentou, porém, as amostras estão dentro do padrão aceitável pelo CONAMA (BRASIL, 1986).

4.6 Análise de confirmação de *E. coli* e presença da *Salmonella* na água

Nas áreas A1CI, A2CI e A3PT, a água utilizada na irrigação e no tanque antes e depois da lavagem dos frutos apresenta *E.coli* (TABELA 12). A presença de *E. coli* indica que ocorreu contato direto e/ou indireto com fezes, uma vez que a *E. coli* não faz parte da microflora normal de produtos frescos. Seu habitat exclusivo é o intestino dos humanos e animais de sangue quente. A presença de *E.coli* indica possível presença de enteropatógenos (SHIBATA *et al.*, 2004).

Na área A4PT, a água do poço tubular e da irrigação das plantas não apresentaram *E.coli*. Isso comprova que a água nessas duas etapas não apresenta contato com fezes de animais de sangue quente. Contudo, a água do tanque antes da lavagem dos frutos apresentou *E.coli*. Sendo assim, a contaminação está ocorrendo no tanque antes mesmo da lavagem dos frutos. Na água do tanque depois da lavagem dos frutos ocorre a presença de *E.coli* (TABELA 12).

Nas áreas A1CI e A2CI foi encontrada *Salmonella* spp. apenas na água utilizada no tanque para lavagem dos frutos, antes e depois da lavagem dos mesmos (TABELA 12). Isto indica que a contaminação pode estar ocorrendo devido à falta de higienização na manipulação da água para encher os tanques, pois quando se analisa a água dos canais e dos aspersores detectou-se está bactéria.

Nas áreas A3PT e A4PT foi encontrada *Salmonella* spp. na água do tanque depois da lavagem do fruto, indicando que a contaminação deve ter ocorrido devido à falta de procedimentos de práticas de higienização durante a lavagem dos frutos.

Tabela 12. Ocorrência de *E.coli* e *Salmonella* da água do canal de irrigação, da água utilizada na irrigação das plantas, da água do tanque antes da lavagem dos frutos (ATAL) e da água do tanque depois da lavagem dos frutos (ATDL).

| Área | Amostra | <i>E. Coli</i> | <i>Salmonella</i> |
|------|----------------|-----------------------------|----------------------------|
| | | Presença/Ausência em 100 mL | Presença/Ausência em 25 mL |
| A1CI | Água Canal | Presente | Ausente |
| A1CI | Água Irrigação | Presente | Ausente |
| A1CI | ATAL | Presente | Presente |
| A1CI | ATDL | Presente | Presente |
| A2CI | Água Canal | Presente | Ausente |
| A2CI | Água Irrigação | Presente | Ausente |
| A2CI | ATAL | Presente | Presente |
| A2CI | ATDL | Presente | Presente |
| A3PT | Água Poço | Presente | Ausente |
| A3PT | Água Irrigação | Presente | Ausente |
| A3PT | ATAL | Presente | Ausente |
| A3PT | ATDL | Presente | Presente |
| A4PT | Água Poço | Ausente | Ausente |
| A4PT | Água Irrigação | Ausente | Ausente |
| A4PT | ATAL | Presente | Ausente |
| A4PT | ATDL | Presente | Presente |

5 CONCLUSÕES

- O número de Coliformes Totais e Termotolerantes é maior na casca do que na polpa dos frutos de banana “Prata-Anã”;
- Foi encontrada presença de *Salmonella* spp. na casca dos frutos de banana durante a colheita e após a embalagem;
- Não foi encontrada *Salmonella* spp. na polpa dos frutos de banana;
- A água do canal de irrigação apresenta níveis inadequados de Coliformes Totais e Termotolerantes;
- Nas áreas que utilizam a água do canal de irrigação, a água do tanque antes e depois da lavagem dos frutos apresenta *Salmonella* spp;
- A água proveniente do poço tubular, utilizada para a irrigação, apresenta Coliformes Termotolerantes dentro do nível permitido para a utilização na agricultura;.
- Nas áreas que utilizam a água do poço tubular, a contaminação da água com Coliformes Totais e Termotolerantes ocorre no tanque de lavagem dos frutos, mesmo antes da lavagem dos mesmos;
- Nas áreas que utilizam a água do poço tubular, a água do tanque depois da lavagem dos frutos apresentou *Salmonella* spp;
- No período chuvoso ocorre aumento do número de coliformes totais e termotolerantes na água de poço tubular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agriannual 2009. **Anuário da agricultura brasileira**. FNP. São Paulo. p. 195-200, 2009.

AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista saúde pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.

BORDINI, M. E. B. et al. Incidence, Internalization and behavior of Salmonella in mangoes, var. Tommy Atkins. **Food control**, Guildford, v. 18, p. 1002-1007, 2007. Disponível em: <<http://www.probe.sciencedirect.html>>. Acesso em: 10 set. 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente . Resolução CONAMA n° 20 de 18 de junho de 1986. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 20 nov. 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n° 12, de 2 de janeiro de 2001. Dispõe sobre padrões microbiológicos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 10 jan. 2001.

CASTRO, G. P. P. **Colonização e trânsito intestinal de *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium em frangos de corte no pré-abate**. 2000. 86 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia dos Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

CENCI, S. A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. In: NASCIMENTO NETO, Felon (Org.). **Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 67-80.

CHRISTOVÃO, Dacio de Almeida; IARIA, Sebastião Timo; CANDEIAS, José Alberto N. Condições sanitárias das águas de irrigação de hortas do município de São Paulo: I. Determinação da intensidade de poluição fecal através NMP de coliformes e de E. coli. **Revista saúde pública**, v. 1, n. 1, p. 3-11, 1967.

CODEVASF. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba/Ministério da Integração Nacional–MI. Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos–CAREH. **Relatório por fase produtiva produto data:** 17/03/2008. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.Br/search?b_start:int=30&SearchableText=relat%C3%B3rio>. Acesso em: 20 fev.2009.

FAO. **FAOSTAT:** Database results, 2005. Disponível em: <<http://www.apps.fao.org.>>. Acesso em: 18 jun. 2008.

FDA. **Guidance for industry:** guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables. Washington, DC: Food Safety Initiative Staff, HFS-32, 1998. 40 p.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar.** Porto Alegre: Artmed, 2002.

FRANCO, B. D. G. M.; LAADGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2003.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S. Utilização dos parâmetros coliformes totais e fecais e oxigênio dissolvido na avaliação da qualidade de água para irrigação na Microbacia do Córrego Três Barras. Marinópolis, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007, Bonito. **Anais eletrônicos...** Bonito: SBEA, 2007. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conbea2007_coliformes_tres_barras.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2009.

FREITAS, M. B. & ALMEIDA, L. M. Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 10., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sonopress-Rimo, 1998.1 CD-ROM.

HITCHINS, A. D. et al. Escherichia coli and the coliform bacteria. In: **Food and drug administration bacteriological analytical manual.** Ed R.L. Merker, 8th ed. A, Chapter 4.AOAC International, Gaithersburg, MD, 1998.

JAY, J. M; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. **Modern food microbiology.** 7th ed. New York: Springer, 2005. 790 p.

MADDEN, J.M. Microbial Pathogens in fresh produce- the regulatory perspective. **Journal of food protection**, Ames, v. 55, p. 821-823, 1992.

MANICA, I. **Fruticultura tropical**: 4. banana. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. 485 p.

MORAES, C. **Doenças na água**. Frutas e derivados, n.6, 2007.

MUKHERJEE, A. et al. Pre-harvest evaluation of coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella* and *E. coli* O157:H7 in organic and conventional produce grown by Minnesota farmers. **Journal of food protection**, v. 67, p. 894-900, 2004.

MUKHERJEE, A. et al. Longitudinal microbiological survey of fresh produce grown by farmers in the Upper Midwest. **Journal of food protection**, v. 69, p. 1928-1936, 2006.

OLIVEIRA, F. M. et al. Microbacia do riacho Angico, Paraíba: uso de águas de qualidade inferior para consumo humano. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 9, p. 305-309, 2005.

PARISH, M. E. Coliforms, *Escherichia coli* and *Salmonella* Serovars associated with a citrus-processing facility implicated in a salmonellosis outbreak. **Journal of food protection**, Ames, v. 62, p. 280-284, 1998.

PENTEADO, A. L.; LEITÃO, M. F. F. Growth of *Salmonella* Enteritidis in melon, watermelon and papaya pulp stored at different times and temperatures. **food control guilford**, v. 15, n. 5, p. 327-420, 2004.

PINHEIRO, N. M. S. et al. Avaliação da qualidade microbiológica de frutos minimamente processados comercializados em supermercados de Fortaleza. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 153-156, 2005.

PONKA, A. et al. *Salmonella* in alfalfa sprouts. **Lancet**, 1995.

RAUXE, R. et al. Microbial hazards and emerging issues associated with produce: A preliminary report to National Advisory Committee on Microbiologic Criteria for foods. **Journal of food protections**, v. 60, n. 11, p.1400-1408, 1997.

SAABOR, A. et al. Banana. **Fruticeres**, n. 6, p. 1-8, 2000.

SARRIA, S. D.; FILGUEIRAS, H. A. C. Contaminações biológica e química. In: OLIVEIRA, S. M. A. et al. **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 387-409.

SHIBATA, T. et al. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment, **Water research**, n. 38, 2004.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2001. 174 p.

SIRVETA: Sistema de Vigilância Epidemiológica de Enfermidades transmitidas por alimentos. Módulo dinâmico de acesso a la información. Disponível em: <<http://www.panalimentos.org/sirveta/e/index>>. Acesso em: 25 set. 2008.

SOUTO, R. A. de **Avaliação sanitária da água de irrigação e de alfaces (*Lactuca sativa* L.) produzidas no município de Lagoa Seca, Paraíba**. 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal da Paraíba, Areia-Paraíba, 2005.

SOUZA, S. S. **Alimentos seguros: orientações técnicas**. Prefeitura do município de São Paulo - Secretaria Municipal da Saúde. 40 p. 2004. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/portal/upload/manual_alimentos_1102023459.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2008.

VUGIA, D. et al. Preliminary foodnet data on the incidence of foodborne illnesses-Selected sites, United States. 2001. CDC, **Morbidity and Mortality Weekly Report**, Atlanta, p. 325-329, 2002.

WINFIELD, M. D.; GROISMAN, E. A. **Role of nonhost environments in the lifestyles of *Salmonella* and *Escherichia Coli***. v. 69, n. 7, p. 3687-3694, 2003.