

## PERFIL DE RESISTÊNCIA E SENSIBILIDADE ANTIMICROBIANA DE AMOSTRAS DE *Escherichia coli* ISOLADAS DE LEITÕES COM DIARRÉIA CRIADOS AO AR LIVRE NA REGIÃO SUDOESTE DO PARANÁ, BRASIL

Antimicrobial resistance profile and susceptibility of *Escherichia coli* isolated from piglets with diarrhoea raised outdoors in the south-western region of Paraná, Brazil

Laerte Francisco Filippesen<sup>1</sup>, Joseane Ribeiro<sup>2</sup>, Denyse Maria Galvão Leite<sup>3</sup>

### RESUMO

A *Escherichia coli* é o principal agente infeccioso responsável pelos casos de diarréia em leitões. O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar oitenta e cinco cepas de *Escherichia coli*, isoladas de amostras de fezes de leitões com diarréia criados ao ar livre na região sudoeste do Paraná, quanto à resistência antimicrobiana. Foi utilizada a técnica de difusão para o teste de sensibilidade aos antimicrobianos. Os resultados demonstraram altos índices de resistência à tetraciclina, penicilina, bacitracina, eritromicina e novobiocina. Gentamicina, cloranfenicol e neomicina apresentaram maior número de cepas sensíveis. Os índices de resistência múltipla antimicrobiana (IRMA) variaram de 0,308 a 0,846. Nenhuma amostra estudada apresentou sensibilidade ou resistência a todos os antimicrobianos utilizados neste estudo. Mais de 60% das cepas de *E. coli* estudadas apresentaram variabilidade de perfis de resistência aos antimicrobianos testados. Os altos índices de resistência podem ser consequência do uso indevido de antimicrobianos, como também pela transferência de resistência através de plasmídeos.

**Palavras-chave:** suínos, sistema de criação ao ar livre, *Escherichia coli*, diarréia, leitões.

### ABSTRACT

*Escherichia coli* is the main infectious agent respon-

sible for diarrhoea in piglets. The aim of this work was to evaluate the antimicrobial resistance of 85 strains of *Escherichia coli*, isolated from faecal samples from piglets with diarrhoea raised outdoors in the South-western region of Paraná, Brazil. Diffusion technique was used for the determination of susceptibility to antimicrobial agents. The results demonstrated high levels of resistance to tetracycline, penicillin, bacitracin, erythromycin or novobiocin. Gentamycin, chloramphenicol and neomycin yielded the highest number of susceptible strains. The multiple antibiotic resistance (MAR) indices ranged from 0.308 to 0.846. None of the studied strains were susceptible or resistant to all antimicrobial agents examined in this study. More than 60% of the *E. coli* strains studied showed wide range of resistance profile to the antimicrobial drugs tested. Use of subdoses of antimicrobial agents and resistance transfer by plasmids could be responsible for the resulted high indices of multiple antimicrobial resistance.

**Keywords:** pig, outdoor pig production system, *Escherichia coli*, diarrhoea, piglets.

### INTRODUÇÃO

A suinocultura tem um papel muito importante na produção agropecuária e na alimentação humana. Entretanto, a redução nas margens de lucros e os altos custos de investimento em edificações e equipamentos para a criação de suínos

<sup>1</sup> Médico Veterinário. Pesquisador. Doutor. Laboratório de Microbiologia Animal. IAPAR. CP 481. 86001-970, Londrina. PR. laerte@pr.gov.br

<sup>2</sup> Graduanda. Curso de Ciências Biológicas. UNIFIL. Bolsista PIBIC/CNPq-IAPAR. Londrina, PR.

<sup>3</sup> Zootecnista. Pesquisadora. MSc. IAPAR. Pato Branco, PR.

em confinamento têm desestimulado os suinocultores. Uma das alternativas que tem surgido para a redução do custo de produção de suínos é o sistema de suínos criados ao ar livre (SISCAL). Este sistema vem se expandindo em vários países, em virtude do bom desempenho técnico, baixo custo de investimento e manutenção e facilidade de ampliação da produção (EDWARDS et al., 1994; MORTENSEN et al., 1994; COSTA et al., 1995a; COSTA et al., 1995b; LE DENMAT et al., 1995). No Brasil, esse sistema vem sendo adotado por pequenos e médios produtores, principalmente na Região Sul.

As pesquisas realizadas nos sistemas de suínos criados ao ar livre têm sido incipientes, quando comparadas às dos sistemas confinados. Brito et al. (1993) descreveram dois surtos de enterite hemorrágica causada por *Escherichia coli* em leitões criados ao ar livre. Sobestiansky et al. (1994) constataram uma prevalência média de 25% de infecção urinária em fêmeas criadas nesse sistema. Apesar dos animais ficarem mais tempo expostos a elementos climáticos, o SISCAL apresenta menor incidência de doenças e, quando ocorrem, o impacto delas também é pequeno (SESTI; SOBESTIANSKY, 1996). Filippesen et al. (2001) observaram que as causas principais de mortalidade de leitões lactentes de matrizes suínas criadas ao ar livre foram esmagamento e inanição/hipotermia. A diarreia é considerada uma das principais enfermidades que acomete leitões. Em um estudo realizado na região sudoeste do Paraná, Filippesen et al. (2001) encontraram, em leitões lactentes criados ao ar livre, uma prevalência de diarreia de 2,83%, enquanto que, após o desmame, somente 0,68% dos leitões apresentaram essa patologia.

A *Escherichia coli* é o principal agente etiológico das diarreias em suínos. Analisando os casos de diarreia em leitões criados ao ar livre, Filippesen et al. (2001) isolaram em mais de 94% das amostras, em cultura abundante e pura, a *Escherichia coli*. Diversos fatores de virulência têm sido utilizados para identificar amostras de *Escherichia coli* patogênicas, tais como enterotoxinas e fatores de colonização (JIMINEZ et al., 1991; JIMINEZ; SUAREZ, 1990; CARVALHO et al., 1991; HUNTER et al., 1994), além da sensibilidade e do perfil de resistência aos antimicrobianos (CARVALHO et al., 1991; HUNTER, 1993; HUNTER et al., 1994; BRITO; TAGLIARI, 2000). Dentre as medidas de controle da colibacilose suína, encontra-se a antibioticoterapia (WILSON, 1981). Entretanto, os trabalhos de sensibilidade aos antimicrobianos têm demonstrado grande variabilidade nos resultados (BARCELLOS et al., 1977; WILSON, 1981;

BOROWSKI et al., 1993; BRITO; TAGLIARI, 2000). De acordo com Hunter (1993), cepas de *Escherichia coli* com resistência a antimicrobianos mediada por plasmídeos podem persistir no meio ambiente e nos suínos por longos períodos de tempo. Este fator pode, portanto, contribuir para a transferência de resistência entre cepas bacterianas (HUNTER et al., 1994). Portanto, é importante, além da pesquisa dos diversos fatores de virulência, o conhecimento do padrão de sensibilidade deste agente infeccioso para o tratamento adequado dessa enfermidade. O objetivo deste trabalho foi o de determinar o perfil de resistência antimicrobiana das amostras de *Escherichia coli* isoladas das fezes de leitões com diarreia criados ao ar livre.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram identificadas 85 cepas de *Escherichia coli* isoladas de amostras de fezes de leitões com diarreia criados ao ar livre, em um sistema implantado na Estação Experimental de Pato Branco, Paraná, pertencente ao Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR). As amostras de fezes foram coletadas de todos os leitões que apresentaram diarreia, do nascimento até 28 dias pós-desmame, durante o período de outubro/96 a setembro/02. As bactérias foram isoladas em meios de ágar sangue e ágar Mac Conkey, cultivados durante 18-24 horas a 37° C. Para identificação bacteriana foram analisados os aspectos de crescimento, características tintoriais à técnica de Gram e provas bioquímicas conforme metodologia descrita por Cowan (1975). Os testes de sensibilidade aos antimicrobianos foram realizados em ágar Müller-Hinton através da técnica de difusão do antimicrobiano impregnado em discos de papel filtro (técnica de Kirby-Bauer) (BARRY; THORNSBERRY, 1985). Os antimicrobianos utilizados no teste de sensibilidade foram: ácido nalidíxico (30 mg), bacitracina (10 un.), canamicina (30 mg), cloranfenicol (30 mg), eritromicina (15 mg), estreptomina (10 mg), gentamicina (10 mg), neomicina (30 mg), nitrofurantoína (300 mg), novobiocina (5 mg), penicilina (10 U), tetraciclina (30mg) e trimetoprim + sulfamethoxazole (25mg). Os resultados foram determinados medindo-se os halos de inibição de crescimento e comparando-os com os valores padrões (BARRY; THORNSBERRY, 1985). O índice de resistência múltipla antimicrobiana (IRMA) para cada amostra foi calculado de acordo com a metodologia descrita por Krumperman (1983), em que IRMA é a relação entre o número de anti-

microbianos resistentes e o número total de antimicrobianos testados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sensibilidade das amostras de *E. coli* aos diversos antimicrobianos foram: ácido nalidíxico (52,9%), bacitracina (0%), canamicina (44,7%), cloranfenicol (65,9%), eritromicina (5,9%), estreptomicina (18,8%), gentamicina (71,8%), neomicina (62,4%), nitrofurantoína (29,4%), novobiocina (0%), penicilina (0%), tetraciclina (17,7%) e trimetoprim + sulfamethoxazole (31,8%) (Figura 1). Os antimicrobianos que apresentaram maior número de cepas resistentes (>70% de amostras) foram tetraciclina, penicilina, bacitracina, eritromicina e novobiocina. Estes dados conferem com os resultados de Car-

valho et al. (1991), que encontraram maior resistência de amostras de *E. coli* à tetraciclina e penicilina. Altas porcentagens de amostras resistentes à tetraciclina também foram observadas nos trabalhos de Jimenez e Suarez (1990), Borowski et al. (1993) e Dinh (1995). Os índices de resistência à estreptomicina confirmam os resultados obtidos por Jimenez e Suarez (1990) e Dinh (1995) que encontraram, em cepas de *E. coli* isoladas de fezes de leitões com diarreia, alta porcentagem de amostras resistentes à estreptomicina. Os antimicrobianos que apresentaram maior número de cepas de *E. coli* sensíveis foram gentamicina, cloranfenicol e neomicina (Figura 1). A alta porcentagem de amostras de *E. coli* sensíveis ao cloranfenicol, observada neste trabalho, não confere com os resultados obtidos por outros autores (DINH, 1995; BOROWSKI et al., 1993; BRITO; TAGLIARI, 2000).

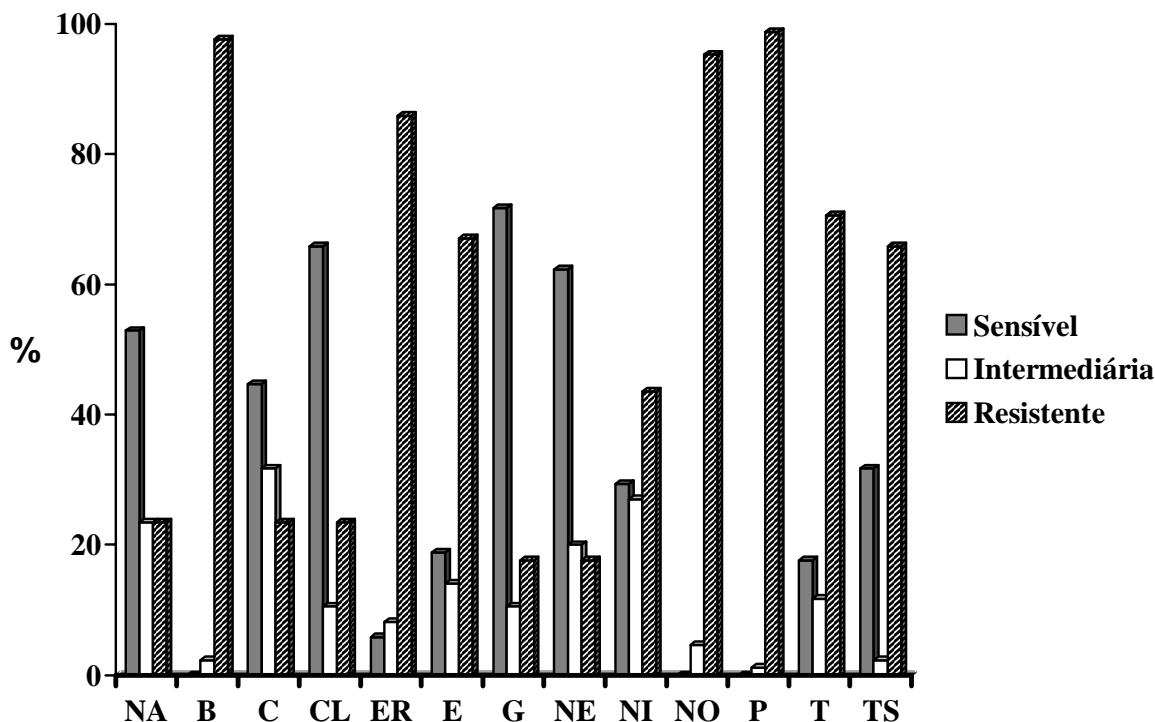


Figura 1. Percentual de sensibilidade e resistência de amostras de *Escherichia coli* isoladas de suínos criados ao ar livre com diarreia, frente aos diversos antimicrobianos: ácido nalidíxico (NA); bacitracina (B); canamicina (C); cloranfenicol (CL); eritromicina (ER); estreptomicina (E); gentamicina (G); neomicina (NE); nitrofurantoína (NI); novobiocina (NO); penicilina (P); tetraciclina (T) e trimetoprim + sulfamethoxazole (TS).

O Ministério da Agricultura e do Abastecimento, pela Instrução Normativa nº 38, de 8 de maio de 2002, proibiu a fabricação, a importação e a comercialização de cloranfenicol, de nitrofuranos e de produtos que contenham estes princípios ativos, para uso em preparação de insumos utilizados na

pecuária nacional. Portanto, os antimicrobianos do presente trabalho foram utilizados somente para análises e caracterização das cepas de *Escherichia coli in vitro*, não sendo recomendado o seu uso em animais de produção para consumo humano.

Os perfis de resistência múltipla antimicro-

biana que apresentaram maior freqüência, neste trabalho, foram bacitracina-estreptomicina-eritromicina-nitrofurantoína-novobiocina-penicilina-tetraciclina-trimetoprim+sulfamethoxazole e bacitracina-estreptomicina-eritromicina-novobiocina-

penicilina-tetraciclina-trimetoprim+sulfamethoxazole, com 7 amostras (8,24%) cada um (Tabela 1). Estes dados diferem parcialmente dos observados por Brito e Tagliari (2000), que encontraram percentuais maiores (16,7%) para um padrão de

Tabela 1. Freqüência do perfil de resistência de amostras de *Escherichia coli*, com respectivo índice de múltipla resistência antimicrobiana (IRMA)

Perfil	n	%	IRMA	Perfil	n	%	IRMA
B-E-ER-NI-NO-P-T-TS	7	8,2	0,615	B-CL-ER-NA-NI-NO-P-T-TS	1	1,2	0,692
B-E-ER-NO-P-T-TS	7	8,2	0,538	B-CL-NA-NO-P-T	1	1,2	0,461
B-E-ER-NA-NO-P-T-TS	4	4,7	0,615	B-CL-NO-P	1	1,2	0,308
B-E-ER-NO-P	3	3,5	0,385	B-CL-NO-P-T	1	1,2	0,385
B-C-E-ER-NE-NI-NO-P-T-TS	2	2,3	0,769	B-E-ER-C-NI-NO-P-T-TS	1	1,2	0,692
B-CL-E-ER-NO-P-T	2	2,3	0,538	B-E-ER-G-NA-NO-P	1	1,2	0,538
B-CL-E-ER-NO-P-T-TS	2	2,3	0,615	B-E-ER-G-NE-NO-P	1	1,2	0,538
B-ER-NA-NE-NI-NO-P-T-TS	2	2,3	0,692	B-E-ER-NA-NI-NO-P-T-TS	1	1,2	0,692
B-ER-NI-NO-P-T	2	2,3	0,461	B-E-ER-NA-NI-NO-P-TS	1	1,2	0,615
B-C-CL-E-ER-G-NI-NO-P-T-TS	1	1,2	0,846	B-E-ER-NE-NI-NO-P	1	1,2	0,538
B-C-CL-E-ER-G-NO-P-T-TS	1	1,2	0,769	B-E-ER-NE-NI-NO-P-T	1	1,2	0,615
B-C-CL-E-ER-NE-NO-P-T-TS	1	1,2	0,769	B-E-ER-NE-NI-NO-P-T-TS	1	1,2	0,692
B-C-CL-E-NO-P-T	1	1,2	0,538	B-E-ER-NI-NO-P-T	1	1,2	0,538
B-C-E-ER-G-NE-NO-P-T-TS	1	1,2	0,769	B-E-ER-NO-P-T	1	1,2	0,461
B-C-E-ER-G-NI-NO-P-T-TS	1	1,2	0,769	B-E-ER-NO-P-TS	1	1,2	0,461
B-C-E-ER-G-NO-P	1	1,2	0,538	B-E-ER-P-TS	1	1,2	0,385
B-C-E-ER-G-NO-P-T-TS	1	1,2	0,692	B-E-NI-NO-P-T-TS	1	1,2	0,538
B-C-E-ER-NI-NO-P	1	1,2	0,538	B-E-NO-P-TS	1	1,2	0,385
B-C-E-ER-NO-P-TS	1	1,2	0,538	B-ER-G-NI-NO-P-T	1	1,2	0,538
B-C-E-NI-NO-P	1	1,2	0,461	B-ER-G-NI-NO-P	1	1,2	0,461
B-C-ER-NA-NO-P-T-TS	1	1,2	0,615	B-ER-G-NO-P	1	1,2	0,385
B-C-ER-NI-NO-P-T	1	1,2	0,538	B-ER-NA-NI-NO-P	1	1,2	0,461
B-C-ER-NO-P	1	1,2	0,385	B-ER-NE-NO-P	1	1,2	0,385
B-C-G-NO-P-T-TS	1	1,2	0,538	B-ER-NI-NO-P	1	1,2	0,385
B-CL-E-ER-G-NI-NO-P-T-TS	1	1,2	0,769	B-ER-NO-P-TS	1	1,2	0,385
B-CL-E-ER-NA-NE-NI-NO-P-T-TS	1	1,2	0,846	B-G-NA-NO-P	1	1,2	0,385
B-CL-E-ER-NA-NE-NO-P-T-TS	1	1,2	0,769	B-NA-NO-P-T-TS	1	1,2	0,461
B-CL-E-ER-NA-NO-P-T	1	1,2	0,615	B-NO-P-T-TS	1	1,2	0,385
B-CL-E-ER-NE-NO-P-T-TS	1	1,2	0,692	B-P-T-TS	1	1,2	0,308
B-CL-E-ER-NI-NO-P-T-TS	1	1,2	0,692	C-CL-ER-NA-NI-NO-P-T-TS	1	1,2	0,692
B-CL-E-NA-NI-NO-P-T-TS	1	1,2	0,692	C-ER-NE-NI-NO-P-TS	1	1,2	0,538
B-CL-ER-G-NO-P-T-TS	1	1,2	0,615	n total	85	100	-

n = número de amostras; B = bacitracina; C = canamicina; CL = cloranfenicol; E = estreptomicina; ER = eritromicina; G = gentamicina; NA = ácido nalidíxico; NE = neomicina; NI = nitrofurantoína; NO = novobiocina; P = penicilina; T = tetraciclina; TS = trimetoprim + sulfamethoxazole.

resistência (estreptomicina-cloranfenicol-tetraciclina-trimetoprim+sulfametoxazole-sulfonamidas). De acordo com Hächler et al. (1991) e Alekshun e Levy (1997), *Escherichia coli* mutantes com resistência múltipla antimicrobiana expressam elevados níveis de resistência a um largo espectro de antibióticos estruturalmente não relacionados. Na classificação das amostras pelo padrão de resistência antimicrobiana, verificou-se que 53 (62,35%) das amostras apresentaram perfis diferentes entre si, com somente 1 amostra de *E. coli* em cada padrão. Brito e Tagliari (2000) encontraram, em 6,1% das cepas de *Escherichia coli*, sensibilidade a todas as substâncias testadas. No presente trabalho, nenhuma amostra estudada apresentou sensibilidade ou resistência a todos os antimicrobianos testados. O IRMA das amostras de *E. coli* estudadas encontra-se na Tabela 1. Das 85 amostras estudadas, 15 (17,65%) foram resistentes a 4 ou 5 antimicrobianos (0,308 £ IRMA £ 0,385), enquanto que 68 (80%) foram resistentes a 6 até 10 (0,461 £ IRMA £ 0,769). Duas amostras foram resistentes a 11 dos 13 antimicrobianos testados (IRM-A = 0,846). Nenhuma amostra apresentou resistência a 12 dos 13 antimicrobianos utilizados (IRMA = 0,923). De acordo com Kaspar et al. (1990), as amostras com IRMA idênticos apresentam geralmente o mesmo padrão de resistência, o que não foi confirmado pelo presente trabalho. Esta variabilidade de resistência antimicrobiana pode, portanto, influir negativamente no tratamento e no controle da diarreia em suínos. Os altos índices de resistência aos antimicrobianos podem ser consequência da utilização preventiva desses antimicrobianos, em subdoses, em rações medicadas dos animais.

## CONCLUSÕES

Há grande variabilidade de perfis de resistência nas amostras de *Escherichia coli* isoladas de suínos com diarreia, com mais de 60% das cepas apresentando diferentes padrões entre si.

Os altos índices de resistência das cepas de *E. coli* podem ser devidos ao uso inadequado dessas substâncias em subdoses nas rações medicadas dos animais, como também pela fácil transferência da resistência através de plasmídeos entre as amostras bacterianas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEKSHUN, M.N., LEVY, S.B. Regulation chromo-

somally mediated multiple antibiotic resistance: the *mar* regulon. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, Bethesda, v. 41, n. 10, p. 2067-2075, 1997.

BARCELLOS, D.E.S.N., RIBEIRO, L.A.O., WARTH, W. Colibacilose suína: sensibilidade aos antibióticos de amostras patogênicas de *E. coli* isoladas de suínos. **Boletim do Instituto de Pesquisas Veterinárias – Desidério Finamor**, v. 4, dez., p. 73-78, 1977.

BARRY, A.L., THORNSBERRY, C. Susceptibility tests: Diffusion test procedures. In: LENNETTE, E.H., BALOWS, A., HAUSLER, W.J., SHADOMY, H.J. (eds.). **Manual of Clinical Microbiology**, 4. ed. Washington, DC: American Society for Microbiology, 1985. p. 978-987.

BOROWSKI, S.M., BARCELLOS, D.E.S.N., STEPAN, A.L., OLIVEIRA, S.J. Sensibilidade a antimicrobianos de amostras de *E. coli* isoladas de suínos recentemente desmamados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 6, Goiânia, 1993. **Anais...** Goiânia: ABRVES, 1993. p. 81.

BRITO, B.G., TAGLIARI, K.C. Sensibilidade antimicrobiana de amostras de *Escherichia coli* isoladas de leitões com diarreia após o desmame. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 133-137, 2000.

BRITO, M.A.V.P., MARQUES, J.L.L., BRITO, J.R.F., SOBESTIANSKY, J. Enterite hemorrágica causada por *Escherichia coli* em leitões desmamados criados ao ar livre. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 45, n. 3, p. 297-304, 1993.

CARVALHO, A.C., AVILA, F.A., SCHOCKEN-ITURRINO, R.P., QUINTANA, J.L., ALBERTINI, P.E. **Ver. Elev. Med. Vet. Pays Trop.**, v. 44, n. 1, p. 49-52, 1991.

COSTA, O.A.D., GIROTTO, A.F., FERREIRA, A.S., LIMA, G.J.M.M. Análise econômica dos sistemas intensivos de suínos criados ao ar livre (SISCAL) e confinados (SISCON), nas fases de gestação e lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 615-622, 1995a.

COSTA, O.A.D., LIMA, G.J.M.M., FERREIRA, A.S., GIROTTO, A.F., COSTA, P.M.A. Índices técnicos dos sistemas intensivos de suínos criados ao ar

livre (SISCAL) e confinado (SISCON) nas fases de gestação e lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 6, p. 952-961, 1995b.

COWAN, S.T. **Cowan and Steel's Manual for the identification of Medical Bacteria**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1975. 238p.

DINH, B.T. Minimum inhibiting concentration of antibiotics on the development of Salmonella and Escherichia coli isolated from diarrheic faeces of pigs. **Khoa Hoc Ky Thuat Y.**, v. 2, n. 4, p. 43-47, 1995.

EDWARDS, S.A., SMITH, W.F., FORDYCE, C., MacMENEMY, F. An analysis of the causes of piglet mortality in a breeding herd kept outdoors. **Veterinary Record**, London, v. 135, n. 14, p. 324-327, 1994.

FILIPPSEN, L.F., LEITE, D.M.G., SILVA, A., VARGAS, G.A. Prevalência de doenças infecciosas em rebanho de suínos criados ao ar livre na região sudoeste do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 299-302, 2001.

HÄCHLER, H., COHEN, S.P., LEY, S.B. *marA*, a regulated locus which control expression of chromosomal multiple antibiotic resistance in *Escherichia coli*. **Journal of Bacteriology**, Washington, v. 173, n. 17, p. 5532-5538, 1991.

HUNTER, J.E., BENNETT, M., HART, C.A., SHELLEY, J.C., WALTON, J.R. Apramycin-resistant *Escherichia coli* isolated from pigs and a stockman. **Epidemiology and Infection**, Cambridge, v. 112, n. 3, p. 473-480, 1994.

HUNTER, J. Some studies on multi-resistant *E. coli* and the use of antibiotics in the treatment of diarrhoea in pigs. **Pig Veterinary Journal**, Malmesbury, v. 31, p. 143-151, 1993.

JIMINEZ, M.A., PANIAGUA, C., SUAREZ, S. *Escherichia coli* pathovars from pig diarrhoea in northern Spain. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 11, n. 1, p. 55-61, 1991.

JIMINEZ, M.A., SUAREZ, S. Pathovars from pig

diarrhea in North Spain. Studies on the *Escherichia coli* virulence factors. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY, 11, Switzerland, 1990. **Proceedings...** Switzerland: Swiss Association of Swine Medicine, 1990. 150p.

KASPAR, C.W., BURGESS, J.L., KNIGHT, I.T., COLWELL, R.R. Antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify sources of fecal contamination in water. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 36, n. 12, p. 891-894, 1990.

KRUMPERMAN, P.H. Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of fecal contamination of foods. **Applied Environmental Microbiology**, v. 46, n. 1, p. 165-170, 1983.

LE DENMAT, M., DAGORN, J., AUMAITRE, A., VAUDELETE, J.C. Outdoor pig breeding in France. **Pig News Information, Farnham Royal**, v. 16, n. 1, p. 13-16, 1995.

MORTENSEN, B., RUBY, V., PEDERSEN, B.K., SMIDTH, J., LARSEN, V.A. Outdoor pig production in Denmark. **Pig News Information, Farnham Royal**, v. 15, n. 4, p. 117-120, 1994.

SESTI, L., SOBESTIANSKY, J. Sistema intensivo de suínos criados ao ar livre (SISCAL): doenças, biossegurança e manutenção da saúde do plantel. In: SIMPÓSIO SOBRE SISTEMA INTENSIVO DE SUÍNOS CRIADOS AO AR LIVRE – SISCAL, 1, Concórdia, 1996. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1996. p. 97-111.

SOBESTIANSKY, J., DALLA COSTA, O.A., PERUZZO, B.F., WENDT, M. Sistema de produção ao ar livre: estudo da prevalência de infecções urinárias em fêmeas em produção. In: CONGRESO NACIONAL DE PRODUCCIÓN PORCINA, 3, JORNADAS DE ACTUALIZACIÓN PORCINA, 8, Rosário, 1994. **Anais...** Rosario: Universidad Nacional de Rosario, 1994. p. 21.

WILSON, M.R. Enteric colibacillosis. In: LEMAN, A.D., GLOCK, R.D., MENGELING, W.L., PENNY, R.H.C., SCHOLL, E., STRAW, B. **Diseases of Swine**. 5. ed. Iowa: State University Press, 1981. p. 471-477. cap. 44.