

BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NA CIDADE DE ITAJÁ-RN

K. K. Silva¹, S. A. M. M. Dias, J. N. R. Matias, K. F. Farias, M. M. S. Sena, A. S. Carvalho, N. O. Alves, M. F. O. Galvão, F. T. Duarte²
E-mail: millinhakarla@hotmail.com¹ e fabio.duarte@ifrn.edu.br

RESUMO

O Município de Itajá-RN destaca-se na microrregião do Vale do Açu como maior polo ceramista. As cerâmicas são responsáveis pela produção de diversos materiais destinados à construção civil, dentre eles: tijolos, telhas e lajotas. Um total de 16 indústrias estão alojadas na cidade, produzindo em torno de 188,4 milhões de peças por ano e gerando 75% de empregos da população economicamente ativa local. A atividade ceramista promove deterioração da qualidade do ar, pois ela atua aumentando a quantidade de poluentes oriundos da queima da biomassa para abastecimento dos fornos. O objetivo deste estudo foi analisar o potencial genotóxico do ar de Itajá-RN através do teste de micronúcleo (MN) em *Tradescantia pallida*. O biomonitoramento foi realizado nos meses de março a junho de 2012. A análise citológica se deu pela contagem mensal do número de

MN num grupo aleatório de 300 tétrades por lâmina. Os dados foram submetidos ao teste Mann-Whitney U e análise de correlação de Pearson. Para todos os meses analisados, foi verificado um aumento significativo ($p < 0,01$) nas frequências de MN quando comparado ao controle negativo. Foram verificadas uma correlação positiva ($r = 0,86$) entre a frequência de MN e a radiação solar e uma correlação negativa ($r = -0,82$) entre a frequência de MN e a velocidade dos ventos. Os resultados obtidos para a cidade de Itajá-RN indicaram que os elementos oriundos da queima de madeira para abastecimento dos fornos são capazes de elevar significativamente o número de MN em *Tradescantia pallida*, sugerindo um maior controle na emissão destes poluentes.

PALAVRAS-CHAVE: Biomonitoramento, Itajá-RN, micronúcleo, Poluição do ar, *Tradescantia pallida*.

BIOMONITORING OF QUALITY AIR IN THE CITY OF ITAJÁ-RN

ABSTRACT

The city of Itajá is highlighted in the micro region of Vale do Açu-RN as the biggest ceramics pole. Ceramics are responsible for the production of several materials designed to civil construction for example: bricks, tiles and slabs. A total number of 16 industries are placed in this city producing the amount of 188.4 million of pieces a year favoring 75% employment for the economic active population of local activities. This activity degrades the quality of the air, for it is increasing the quantity of pollution derived from biomass burn for the furnaces. The objective of this study is to analyze the genotoxic potential of the air in Itajá-RN through the micro nucleus test in (MN) em *Tradescantia pallida*. The bio monitoring happened from march to june of 2012. The cytological analysis was done on the monthly calculation of the MN

number in a random group of 300 tetrads by blade. The data was submitted to Mann-Whitney U test and the analysis of Pearson correlation. For all the months that were analyzed, it was verified a substantive rising of ($p < 0,01$) on the frequencies of MN when compared to the negative control. Positive relations were verified ($r = 0,86$) between the frequencies of MN and solar radiation and a negative correlation ($r = -0,82$) between the frequency of MN and the speed of the wind. The results achieved for the city of Itajá-RN indicate that elements from the burn of wood for the supply of the furnaces are capable of substantively rise the number of MN in *Tradescantia pallida*, suggesting a higher control on the pollution emission of such materials.

KEYWORDS: Biomonitoring, Itajá-RN, Micronucleus, air pollution and *Tradescantia pallida*.

1 INTRODUÇÃO

À medida que os recursos naturais se tornam mais escassos e o avanço tecnológico amplia, a maneira como se usam os recursos do meio ambiente e as formas de preservá-lo tornam-se questões prioritárias. Essa conduta sustentável se deve a uma maior conscientização da população, a leis cada vez mais rígidas destinadas à proteção do ambiente e a uma percepção ambiental mais apurada por parte da população. Problemas como a poluição do ar, da água e do solo, dentre outros, tornam-se cada vez mais comuns. Destes a poluição atmosférica é um dos principais fatores de degradação ambiental gerado pelo desenvolvimento econômico (SAVÓIA *et al.*, 2008).

Dentre os problemas ambientais evidenciados pela população do município de Itajá, no Rio Grande no Norte, a poluição do ar é o problema ambiental mais evidente (SOUZA *et al.*, 2011). Esse município comporta, em seu território, um total de 16 cerâmicas, que são empresas destinadas à fabricação de telhas, tijolos e lajotas, utilizados principalmente pela construção civil. A produção anual gira em torno de 188,4 milhões de peças. Esse polo trabalhista é de grande importância tanto para o desenvolvimento econômico quanto social do município. Só as cerâmicas da cidade de Itajá empregam 75% da população ativa afora os empregos indiretos que o setor provê. Todavia, é importante ressaltar que essa atividade vem propiciando um aumento da poluição do ar, dada a enorme queima da madeira retirada do bioma local, a caatinga, que é utilizada como matriz energética para o aquecimento dos fornos (LOPES, 2011).

A queima de biomassa produz uma série de poluentes, dentre eles destacam-se o material particulado, o ozônio e os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, compostos conhecidos por possuírem propriedades genotóxicas (GÁBELOVÁ *et al.*, 2004; ROSA *et al.*, 2008; MEIRELES *et al.*, 2009; CABRAL, 2010). O dióxido de carbono produzido pela queima de madeira é conhecido por contribuir para o efeito estufa, no entanto, outros gases como monóxido de carbono, metano, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio são produzidos em quantidades muito maiores do que era conhecido. (KAMMEN, 1992). As condições ambientais e a saúde humana são depreciadas por altos níveis de poluição urbana (Who, 2005), o que propicia uma maior probabilidade de desenvolvimento de conjuntivite, predisposição à broncopneumonia, riscos de enfisema e de doenças cardiovasculares (VASCONCELOS, 2007). A poluição atmosférica é considerada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) um dos tipos de exposição que mais afetam a saúde humana pela sua potencialidade de causar infecções respiratórias, câncer, doenças crônicas respiratórias e cardiovasculares (YU, 2001). Estudo anterior de percepção ambiental realizado por SOUZA *et al.*, (2011) revelou que a população de Itajá reconhece viver em um ambiente com atmosfera bastante degradada devido à atividade da indústria ceramista. Sendo assim, fez-se necessário realizar um estudo de análise da qualidade do ar de Itajá através do biomonitoramento, visando detectar, pelo teste do micronúcleo (MN) em *Tradescantia pallida*, a existência ou não de efeitos genotóxicos oriundos das atividades de degradação atmosférica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em ambientes onde as concentrações dos poluentes são elevadas, dependendo da toxicidade do mesmo, estes podem induzir efeitos genotóxicos não apenas em humanos, mas também em animais, plantas e bactérias, podendo comprometer a saúde dos ecossistemas (Isidori *et al.*, 2003). Tal poluição ocasiona sérios impactos na saúde da população, como uma maior probabilidade de conjuntivite, predisposição à broncopneumonia, riscos de enfisema e doenças cardiovasculares (VASCONCELOS *et al.*, 2007).

Uma das formas de biomonitorar ambientes que sofrem com poluição é através do uso do teste de micronúcleo em *Tradescantia* (Trad-MCN). Esse teste é considerado uma valiosa ferramenta por muitos pesquisadores devido à simplicidade da metodologia e sensibilidade desta planta à exposição aos agentes genotóxicos (GUIMARÃES *et al.*, 2000; BATALHA *et al.*, 1999). O teste foi desenvolvido, no Brookhaven National Laboratory- EUA, por MA e colaboradores em 1976, e, inicialmente, utilizava como planta teste a *Tradescantia* clone 4430 que, posteriormente, foi sendo adaptado para *Tradescantia pallida* (MA *et al.*, 1994; BATALHA *et al.*, 1999). A espécie *Tradescantia pallida* cv. *purpurea* é originária do leste do golfo do México e se caracteriza pela fácil adaptabilidade às condições climáticas (CHIMPAN e SIPOS, 2009). A visualização de micronúcleo (MCN) a partir do teste Trad-MCN, após exposição a 140 tipos de substâncias, mostrou concordância de resultado em 67% quando comparado aos obtidos a partir do teste de Ames, nas mesmas condições experimentais (MA *et al.*, 1984). Os micronúcleos são pequenos fragmentos do núcleo que se formam a partir da quebra cromossômica (processo clastogênico) ou perda de um cromossomo inteiro do fuso celular (processo aneugênico) durante a divisão celular refletindo, portanto, a ocorrência de danos de caráter genotóxico (RODRIGUES *et al.*, 1997). O Teste de Micronúcleo com *Tradescantia* (Trad-MN) é um ensaio de genotoxicidade para detecção de efeitos deletérios provocados por agentes químicos (GONG *et al.*, 2003), poluição atmosférica (CARVALHO-OLIVEIRA *et al.*, 2005), drogas (KIM *et al.*, 2003), radiação (SUYAMA *et al.*, 2002), solo (MAJER *et al.*, 2002), água (CREBELLI *et al.*, 2005) e pesticidas (RODRIGUES *et al.*, 1998 a;b). No Brasil, alguns estudos têm usado a espécie *Tradescantia pallida* no monitoramento de poluição atmosférica. Esta espécie é largamente usada como planta ornamental em jardins e canteiros de rodovias e estradas, apresentando resistência natural às intempéries da natureza, além de fácil propagação (SUYAMA *et al.*, 2002).

3 METODOLOGIA

As mudas de *Tradescantia pallida* foram cultivadas, para adaptação, na estufa do Campus Ipananguçu por três meses (novembro de 2011 a janeiro de 2012). Logo após esse período, foram levadas para a área de estudo, onde permaneceram por mais um mês para se adaptarem ao novo ambiente. Esses vegetais cresceram em vasos com volume de 3l adaptados para o método de exposição. Foi controlado o volume dos compostos orgânicos nos vasos, a fertilização e a irrigação com água destilada. Os vasos continham a proporção de 1:2 de areia e adubo composto orgânico, o qual é produzido no próprio campus. Foram definidos dois pontos experimentais, um próximo ao polo cerâmico da cidade e outro definido como controle negativo. A área de estudo está

localizada no município de Itajá, microrregião do Vale do Açu a 200 km da capital Natal, no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). Já a estufa do Campus do IFRN de Ipangaçu foi utilizada como controle negativo.



Figura 1 - Mapa do Rio Grande do Norte, em vermelho a área de estudo representada pelo município de Itajá.

Entre os períodos de março a junho de 2012, foram sendo colhidas, semanalmente, inflorescências jovens de *Tradescantia pallida*. Por estarem expostas em estações abertas, propositalmente, as mudas ficaram sujeitas a receber água pluvial, podendo conter ou não resíduos oriundos dos poluentes do ar. As inflorescências colhidas foram fixadas em etanol: ácido acético na proporção de 3:1 por 24 h. Em seguida, foram transferidas para solução de álcool etílico 70% e estocadas a 4°C para futura preparação citogenética e análise microscópica. As inflorescências foram dissecadas com auxílio de estereomicroscópio e estilete e, posteriormente, maceradas sobre lâmina de vidro para microscopia. Após a maceração e a limpeza (descarte dos fragmentos das anteras), a lâmina foi coberta com carmim acético a 5 % seguido de uma lamínula e rapidamente aquecida a 80°C para fixação do corante nas tétrades, o que possibilita a visualização dos MN (Figura 2). As frequências de MN foram expressas em termos de número de MN por 100 tétrades (MA *et al.*, 1994). Para cada mês de coleta, foram preparadas cinco lâminas em cada local, e um total de 300 tétrades foi analisado por lâmina. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Mann-Whitney U e à análise de correlação de Pearson para comparação com fatores ambientais, tais como radiação solar e velocidade dos ventos.

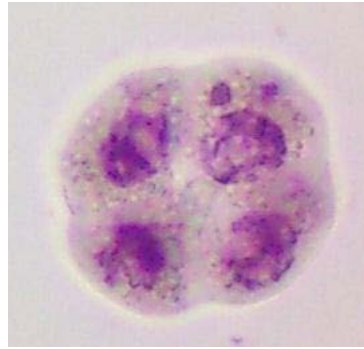


Figura 2 - Teste de micronúcleo com *Tradescantia pallida*. Foto micrografia de tetrade obtida da antera da inflorescência em aumento de 400X, seta indica um micronúcleo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises de MN em *Tradescantia pallida* realizadas no município de Itajá-RN demonstraram um índice significativo de mutagenicidade nas células-mãe do grão de pólen em fase de tetrade para todos os meses do biomonitoramento. As frequências médias de MN para os meses de março, abril, maio e junho de 2012 no ponto de queima foram de $6,30 \pm 1,49$; $4,96 \pm 2,06$; $4,42 \pm 0,64$ e $2,18 \pm 0,26$ respectivamente, e de $1,70 \pm 0,48$; $0,70 \pm 0,30$; $0,66 \pm 0,47$ e $0,30 \pm 0,21$ para o controle negativo (Figura 3). Para todos os meses analisados, foi verificado um aumento significativo ($p < 0,01$) nas frequências de MN quando comparado ao controle negativo. SACOMAN *et al.* (2011), utilizando um biomonitoramento, identificaram um alto índice de efeitos genotóxicos encontrados nas células-mãe do grão de pólen de *Tradescantia pallida*, alertando para uma má qualidade do ar no município de Tangará da Serra/MT. Esse município possui características semelhantes ao de Itajá, pois recebe aporte de fumaça oriunda da queima de biomassa proveniente de queimadas da mata.

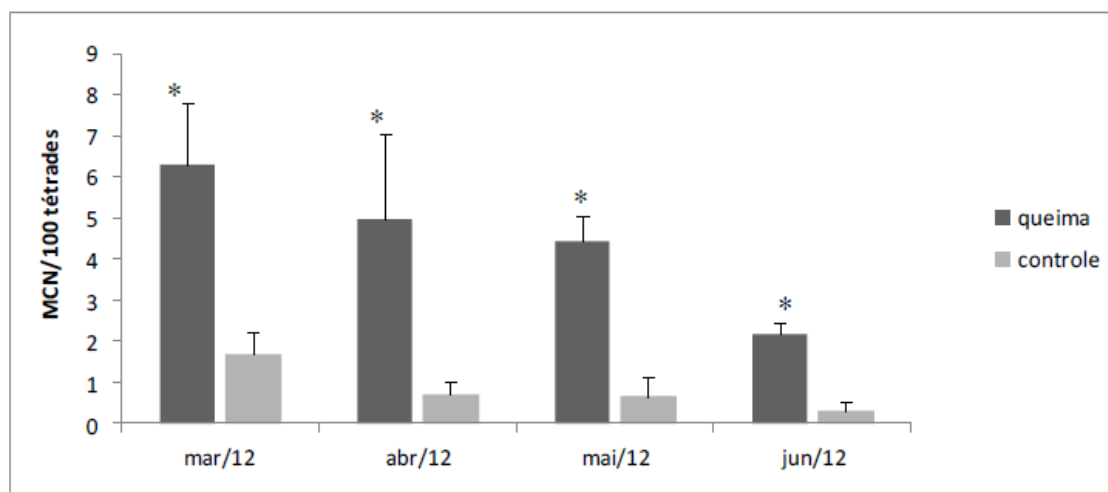


Figura 3 - Frequência média de micronúcleos nos meses de março, abril, maio e junho de 2012 no ponto de queima e controle. * Estatisticamente significativo pelo teste Mann-Whitney U, adotando um $p < 0,01$.

SAVÓIA *et al.* (2008) recomendam que, em trabalhos de biomonitoramento do ar realizados com *Tradescantia pallida*, os fatores meteorológicos sejam observados. Segundo os autores, o índice pluviométrico deve ser considerado, já que as chuvas diminuem a ação dos agentes genotóxicos nas plantas. Em nosso trabalho, foram analisados os dados meteorológicos

obtidos pela estação meteorológica do Campus do IFRN de Ipangaçu (Tabela 1). No entanto, os dados de precipitação não forneceram nenhuma correlação, uma vez que, durante o estudo, a precipitação foi muito baixa, configurando um ano de estiagem.

A intensidade da radiação solar foi verificada e apontou para uma correlação positiva ($r = 0,86$) com a frequência de MN. PEREIRA *et al.* (2012), realizando em Presidente Prudente-SP o biomonitoramento dos efeitos genotóxicos em *Tradescantia pallida* e a avaliação do efeito sazonal da radiação solar, observaram uma frequência de MN significativamente maior em tétrades das plantas mantidas nas condições de iluminação solar direta em comparação com as plantas mantidas sob condições de sombra. Sendo assim, atribuíram a maior frequência de MN observada nos meses de março e abril (Figura 2) à maior incidência da radiação solar.

Tabela 1 - Dados meteorológicos obtidos na estação meteorológica do Campus Ipangaçu, local onde fica a estação controle e próximo à área de estudo.

Meses	Precipitação mm		Rad. líquida W/m ²		Vel. Vento m/s	
	Total	Min/Max	Média	Min/Max	Média	Min/Max
março	60,20	0/18	319,32	299,04/359,25	1,69	1,19/2,07
abril	22,80	0/13,4	250,52	233,71/256,5	1,58	1,10/2,14
maio	8,20	0/6,4	268,29	267,21/275,41	2,06	1,45/2,74
junho	0	0/0	279	279/279	2,23	2,04/2,53

DOMINGOS, *et al.* (2002), avaliando os impactos de poluição atmosférica sobre remanescentes florestais, concluem que a dispersão dos poluentes atmosféricos dependem da direção e da velocidade do vento. Em nossa análise, é observada uma correlação negativa ($r = -0,82$) entre a frequência de MN e a velocidade dos ventos. Então, é sugerido que, nos meses com maior intensidade de ventos, ocorre o processo de dispersão dos poluentes atmosféricos, no qual se diminui a concentração de poluentes e se reduzem os efeitos genotóxicos, sendo observada a diminuição na frequência de micronúcleos.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos para a cidade de Itajá-RN indicaram que os elementos oriundos da queima de madeira para abastecimento dos fornos são capazes de elevar significativamente o número de MN em *Tradescantia pallida*, podendo causar diversos danos à saúde da população exposta. Fatores ambientais como a radiação solar e a velocidade dos ventos estão correlacionados aos efeitos observados e, portanto, devem ser levados em consideração na avaliação de mutagenicidade do ar. O conjunto dos resultados sugere um maior controle na emissão desses poluentes. Estudos adicionais devem ser realizados no sentido de elucidar os principais componentes que podem estar influenciando na mutagenicidade observada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CABRAL T.M. Avaliação dos constituintes e do potencial mutagênico do material particulado oriundo do beneficiamento artesanal da castanha do caju. 2010. 126p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina, Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.
- CARVALHO, H.A. A *Tradescantia* como bioindicador vegetal na monitoração dos efeitos clastogênicos das radiações ionizantes. *Radiologia Brasileira*, v.38, p. 459-462, 2005.
- CARVALHO, O. de C.; LEITE, J.Y.P.; REGO, J.M. do. Perfil industrial da cerâmica vermelha no Rio Grande do Norte: uma síntese. Natal: FIERN/SENAI, 2001.
- GÁBELOVÁ, A.; VALOVICOVÁ, Z.; HORVÁTHOVÁ, E.; SLAMENOVÁ, D.; BINKOVÁ, B.; SRÁM, R.J., FARMER, P.B. Genotoxicity of environmental air pollution in three European cities: Prague, Kosice and Sofia. *Mutation Research*, v. 563, p. 49-59, 2004.
- LOPES, J.E, Itajá dos Lopes II. Gráfica Metropolitano e Editora, 2001.
- MA TH *Tradescantia micronucleus* bioassay and pollen tube chromatid aberration test for in situ monitoring and mutagen screening. *Environ Health Perspect* 37: 85-90, 1981.
- MA, T.H., CABRERA, G.L., CHEN, R., GILL, B.S., SANDHU, S.S., SALAMONE, M.F., 1994, *Tradescantia Micronucleus Bioassay*. *Mutation Research*, 310: 221- 230.
- MA, T.H., *Tradescantia micronucleus bioassay and pollen tube aberration test for in situ monitoring and mutagen screening*. *Environmental Health Perspective*, 37:85-90, 1991.
- MA, T.H.; SPARROW, A.H. SCHAIRER, L.A. NAUMAN, A.F. Effect of 1,2-dibromoethane (DBE) on meiotic chromosomes of *Tradescantia*. *Mutation Research*, v. 58, p.251-258, 1978.
- MACHADO A.C.F.E Avaliação da viabilidade de utilização de *Tradescantia pallida* cv. Purpurea no biomonitoramento de fontes estacionárias de contaminação atmosférica. (2008) Instituto de Botânica. Disponível em: http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/teses_dissert/teses_dissert.htm.
- MEIRELES, J.; ROCHA, R.O. NETO, A.C., CERQUEIRA, E. Genotoxic effects of vehicle traffic pollution as evaluated by micronuclei test in *Tradescantia* (Trad-MCN). *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, vol. 675, n. 1-2, p. 46-50, 2009.
- PEREIRA, A.V.C.; ALMEIDA, L.B.; FLUMINHAN, A. Biomonitoramento dos efeitos genotóxicos em *Tradescantia pallida* cv. purpúrea e avaliação do efeito sazonal da radiação solar e poluição aérea em Pres. Prudente (SP). In: EPACITO - Encontro Paulista de Citogenética, 2., 2012, Ribeirão Preto-SP. Livro de resumos. Ribeirão Preto: SBG.
- RODRIGUES, G.S.; MA, T.H.; PIMENTEL, D.; WEINSTEIN, L.H. *Tradescantia* bioassays as monitoring systems for environmental mutagenesis: A review. *Crit Rev Plant Sci* 16, 325-359, 1997.
- ROSA, A.M.; IGNOTTI, E.; HACON, S.S., CASTRO, H.A. Análise das interações por doenças respiratórias em Tangará da Serra - Amazônia Brasileira. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. São Paulo, vol. 34, n. 8, 575-582, 2008.
- SACOMAN, N.N., SILVA, M.L DA, SILVA, G.M. DA, CARVALHO, I,F. DE, SISENANDO, H.A. HUNHOFF V. L. Teste de micronúcleo com *Tradescantia pallida* e de viabilidade polínica aplicado ao

biomonitoramento da qualidade do ar no município de Tangará da Serra-MT. UNICIÊNCIAS, v.15, n.1, 2011.

SAVÓIA, E. J. L.; DOMINGOS, M.; GUIMARÃES, E. T.; BRUMATI, F. & SALDIVA, P. H. N. Biomonitoring genotoxic risks under the urban weather conditions and polluted atmosphere in Santo André, SP, Brazil, through Trad-MCN bioassay. *Ecotoxicology and Environmental Safety*.

SOUZA C.M, SILVA, K.K., DA , SOUZA, M.P.S. DE, FREITAS, H.T.B. DE, DUARTE. F.T. Percepção ambiental x qualidade do ar no município de Itajá-RN. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 6., 2011, Natal. Anais Natal: IFRN. Disponível em: < http://portal.ifrn.edu.br/pesquisa/editora/livros-para-download?b_start:int=12>

TRIGUEIRO, A. Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

VASCONCELOS, L.C. da S. *et al.* A chuva ácida em sala de aula. In: Simpósio brasileiro de geografia física aplicada, 12., 2007, Natal-RN. Anais. Natal: UFRN.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). The effects of air pollution on children's health and development: a review of the evidence. WHO Regional Office for Europe. 2005. Disponível em: <http://www.euro.who.int/airo> .

YU, M.H. Environmental Toxicology: Impacts of Environmental Toxicants on Living Systems. Lewis Publishers v.1, p.23-26, 2001.