

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
( X ) PRÉ-PROJETO	( ) PROJETO	ANO/SEMESTRE: 2022/2

## APLICATIVO PARA AUXILIAR A VISITAÇÃO DE OBJETOS DE UM MUSEU TECNOLÓGICO USANDO REALIDADE AUMENTADA

Henrique Delegregio

Dalton Solano dos Reis - Orientador

### 1 INTRODUÇÃO

Museus, da forma em que conhecemos atualmente, existem desde o século XVIII (HISTORY OF MUSEUMS, 2022) e desde então cativam a imaginação de seus visitantes, contando uma história vivida por seus antepassados e protegendo uma cultura que alguns grupos terroristas, como o Estado Islâmico, querem destruir (GRONLUND, 2021). Leis como a Lei nº 11.906, 20 de janeiro de 2009 que cria o Instituto Brasileiro de Museus (Ibram) (Legislação sobre museus, 2013) reforçam a importância da criação de museus e a cultura que é preservada com eles. Dentre os diferentes tipos de museus existem os de arqueologia, história natural, ciência e tecnologia (Different Types of Museums, 2022).

O primeiro museu de tecnologia, o Computer History Museum, foi criado no final da década de 60 na cidade de Mountain View na Califórnia. O Computer History Museum nasceu da necessidade de preservar o computador Whirlwind I, um dos primeiros computadores de entrada e saída em tempo real, e outras tecnologias da época. Em 2.000 o museu foi incorporado pela NASA e, de acordo com eles, é a maior e mais significativa coleção de artefatos de computadores no mundo, com exposições como supercomputadores históricos, o primeiro computador da Apple e o Utah Teapot, o primeiro objeto a ser computadorizado em 3D, além de vários softwares. (Backgrounder, 2004)

Grande parte dos museus têm pequenos pedaços de papéis com uma explicação de o que aquela peça é ou representa, porém é difícil em somente algumas palavras descrever a história, importância e no caso de equipamentos tecnológicos, a sua funcionalidade. Outro fator a ser considerado é a grande variedade de tipos e quantidade de peças que fazem parte dos acervos desses museus, por exemplo, o Museu de Arte de São Paulo tem 10.000 peças (MASP), totalizando um custo estimado de US\$ 1,2 bilhão (NATALI, 1997)

Algumas medidas foram tomadas para tentar sanar o problema da falta de informação das diversas peças de um museu, como por exemplo o Brooklyn Museum que utiliza QR Codes para fornecer informações extras das obras há mais de uma década (CHARR, 2020), porém é reportado que a adoção desse sistema pelos usuários é escassa, de acordo com um artigo na revista Cuseum “QR Codes perderam o seu charme romântico” (LIFE & DEATH OF QR CODES IN MUSEUMS, 2016). Algumas medidas mais modernas também foram tomadas para solucionar o problema da falta de informações, inovações como o uso de Realidade Aumentada (RA) nos museus. O Muséum national d’Histoire naturelle em Paris que usou RA para visualizar animais que hoje em dia estão extintos (COATES, 2022), porém o uso de RA em museus é algo ainda longe da realidade especialmente no Brasil em que os únicos exemplares de museus utilizando essa tecnologia são o MASP, Museu do Amanhã e Museu Catavento (ADMIN, 2020).

Em contrapartida à realidade dos museus brasileiros, se observa um cenário onde as tecnologias fazem cada vez mais parte das nossas vidas e estamos cada vez mais conectados a ela, sendo hoje em dia impossível de imaginar uma vida sem a ajuda de dispositivos como celulares e computadores, com esses agentes sendo importantes para tanto a troca de informações como atividades do cotidiano. Baseado na literatura, esse trabalho surgiu da falta de soluções tirando proveito da disponibilidade de dispositivos móveis para auxiliar na navegação em museus no mundo contemporâneo, reconhecendo ser essa a melhor forma de se implementar um sistema de RA.

#### 1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal é criar um aplicativo para auxiliar a visita de objetos de um museu usando Realidade Aumentada que permita interagir com modelos 3D utilizando smartphones.

Os objetivos específicos são:

- a) desenvolver um ambiente de RA que permita a interação com modelos 3D;
- b) utilizar peças do museu como marcadores para apresentação do conteúdo em RA;
- c) analisar a eficácia da interação usando peças modelos da Exposição de (NOME DA EXPOSIÇÃO).

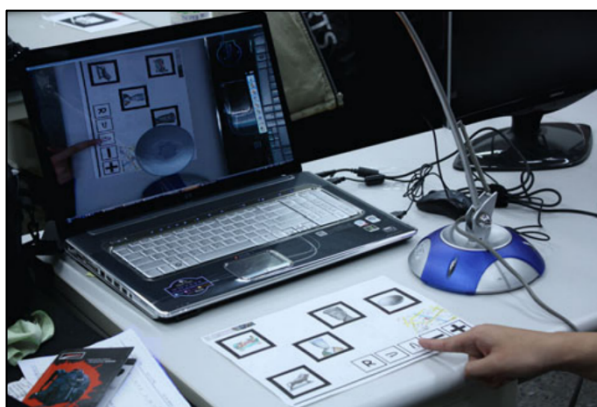
## 2 TRABALHOS CORRELATOS

A seguir será mostrado trabalhos acadêmicos com características semelhantes ao objetivo de estudo proposto. A seção 2.1 detalha o trabalho de Chen, Chang e Huang (2013) que é uma abordagem de Realidade Aumentada em museus utilizando equipamentos pessoais disponíveis na época. Na seção 2.2 Hammady, Ma e Temple (2016) é apresentada uma análise de o quão importante é o feedback dos usuários, quais são os impedimentos para se ter uma ancoragem boa e quais fenômenos podem interferir na experiência de RA, além de desenvolver um jogo em Realidade Aumentada que vai de acordo com o tema do museu para que foi desenvolvido. Na seção 2.3 é descrito o trabalho do Keil et al. (2013) que relata maneiras que o Museu da Acrópole de Atenas está abordando para restaurar virtualmente obras aos seus aspectos originais, tanto por reconstruir pedaços e locais de exposições antigos que foram destruídos nos mais de 2 mil anos de história grega, como as cores autênticas que foram esmaecendo com o tempo, além de fornecer informações sobre as obras.

### 2.1 MULTIMEDIA AUGMENTED REALITY INFORMATION SYTEM FOR MUSEUM GUIDANCE

O trabalho desenvolvido por Chen, Chang e Huang (2013) tem como objetivo criar um software **offline** de Realidade Aumentada para auxiliar a visualizações das obras de um museu. Os autores argumentaram que as soluções existentes na época utilizavam equipamentos do museu para a interação, que aumentavam o custo da implementação e aumentava o risco de contaminação. O objetivo do trabalho era fornecer um sistema de guia de museu utilizando computação gráfica em equipamentos dos usuários, que na época de desenvolvimento do projeto no ano de 2013 eram notebooks utilizando webcams para obter a imagem (Figura 1).

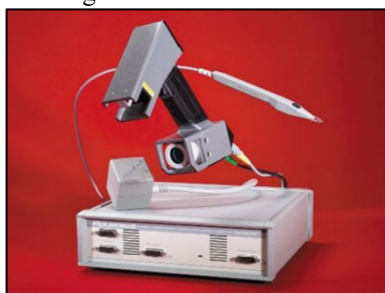
Figura 1 – Hardware necessário para o funcionamento do software



Fonte: Chen, Chang e Huang (2013).

Para a criação dos objetos em 3D foi utilizado um digitalizador a laser (Polhemus FastScan - Figura 2), e assim que os modelos são construídos eles são exibidos em formatos compatíveis com Open Graphics Library (OpenGL) ou Virtual Reality Modeling Language (VRML) na tela do usuário, o aplicativo foi desenvolvido pelo ARToolKit. Além de visualizar o objeto em 3D o sistema também fornece algumas ações para que o usuário manipule esse objeto, como por exemplo zoom e rotação.

Figura 2 – Scanner a laser



Fonte: Chen, Chang e Huang (2013).

Um dos grandes objetivos do trabalho era evitar que o usuário utilizasse um hardware público e que o software fosse totalmente funcional utilizando equipamentos próprios, no caso **notebooks com** argumentos que esse tipo de desenvolvimento aumentava os custos de manutenção e havia um risco significativo de ser fonte de contaminação por ter vários usuários encostando as mãos no equipamento. Devido à data do projeto, durante o trabalho inteiro não é mencionado o uso de smartphones.

## 2.2 AUGMENTED REALITY AND GAMIFICATION IN HERITAGE MUSEUMS

O trabalho desenvolvido por Hammady, Ma e Temple (2016) tem como objetivo enfatizar os diferentes tipos de ruídos que podem ocorrer em sistemas de Realidade Aumentada em museus, além de mostrar a importância de feedbacks dos usuários nesses sistemas. O artigo também dá um exemplo de gamificação em um **museu em Cairo**, Egito (Figura 3).

Figura 3 – Jogo Horus



Fonte: Hammady, Ma e Temple (2016).

O artigo menciona que experiências passadas mostraram que sistemas de Realidade Aumentada poderiam ser alterados pelas experiências, padrões de uso e comunicações dos usuários. Também foi citado que em 2010 foi criado um sistema inclusivo que fornece várias maneiras de usuários expressarem os sentimentos quando visitando lugares, além de ser uma chance para os visitantes contribuírem para o desenvolvimento do sistema.

De acordo com Hammady, Ma e Temple (2016), eles também citam o problema do “barulho”, **que é definido** como: qualquer fonte interna ou externa que pode interromper a comunicação ou confundir o usuário, como por exemplo um museu lotado de visitantes e luz insuficiente (HAMMADY, MA E TEMPLE, 2016). Alguns outros problemas que eles mencionam são mudanças no campo magnético, por causar problemas no acelerômetro e bússola ou se o objeto não tem bordas bem definidas.

O artigo fala de várias maneiras de se implementar um sistema de Realidade Aumentada, utilizando vários hardwares diferentes, como por exemplo **Head Mounted Displays** e **Smartphones**, **porém** no caso dos smartphones parece haver uma dúvida se esses dispositivos serviriam para poderem fornecer uma experiência agradável, tanto pelo tamanho da tela ser muito pequeno e pelo poder gráfico dos processadores de baixo consumo que são encontrados **em celulares**.

Por último, um dos objetivos do trabalho era abordar gamificação em museus utilizando Realidade Aumentada. O jogo **offline** criado com o a ferramenta ARGuide tem como objetivo educar o visitante dos deuses do Egito Antigo, onde o jogador será o deus *Horus*, um deus bom e com boas morais e o vilão será *Seth*, deus Egípcio da **guerra**, o jogo também dará a opção de postar a sua pontuação em redes sociais.

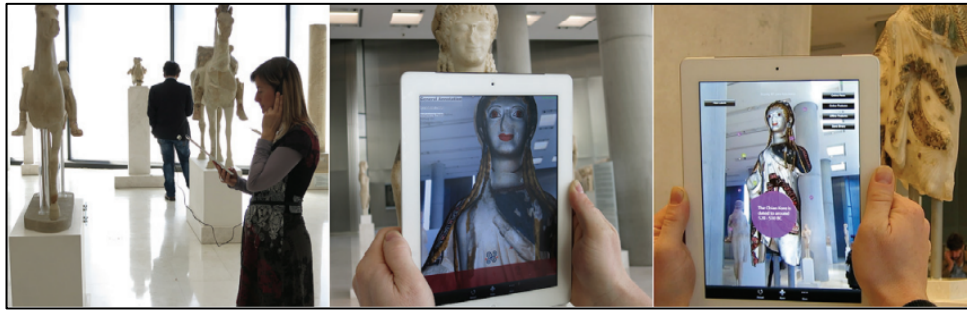
## 2.3 A DIGITAL LOOK AT PHYSICAL MUSEUM EXHIBITS

O trabalho feito por Keil et al. (2013) desenvolvido em colaboração com o Museu da Acrópole de Atenas tem como objetivo reconstruir virtualmente as obras milenares em exposição nesse **museu**, **essas** restaurações incluem adição de pedaços que foram **destruídos**, **posicionamento** virtual no local original de exibição e adição virtual das cores **autênticas como mostrado na Figura 4**, além de fornecer informações sobre as obras e mostrar efeitos visuais interessantes quando apontado para certas obras, como por **exemplo** o visor virtualmente quebrando quando apontado para a Medusa.

**Mesmo não mostrando** explicitamente no artigo, o aplicativo cria uma história envolvendo as obras escaneadas, sendo que essa narrativa é única para cada visitante, dependendo da ordem, de quais estátuas ele aponta a câmera e da idade do usuário, com a história para crianças sendo em torno do usuário ajudar o cavalo a voltar para os tempos da Grécia antiga e a história para adultos sendo um minidocumentário de como era a antiga sociedade Ateniense.

O aplicativo desenvolvido com a ferramenta instantAR obrigatoriamente precisa de conexão com a internet para funcionar, com o dispositivo do usuário servindo como clientes que estão em constante comunicação com o backend, que gera as histórias e algumas texturas gráficas. De acordo com os autores as estátuas estão em uma posição privilegiada para serem usadas para **RA**, sendo que elas estão em um palanque alto o bastante para não serem obstruídas por visitantes, além da iluminação no museu ser constante durante boa parte do dia.

Figura 4 – Restauração das cores originais



Fonte: Keil, et al (2013).

De acordo com o feedback fornecido pelos usuários mostram que os visitantes querem obter mais informações virtualmente, o artigo fala que no futuro serão implementadas opções para pausar a história, guardar para depois e virtualmente instruir o usuário para se movimentar ou apontar a câmera de outro ângulo para que o software funcione sem erros.

### 3 PROPOSTA DO APLICATIVO

Nesta seção será apresentada a relevância deste trabalho para a área social bem como para a tecnológica. Além disso, serão exibidos os principais Requisitos Funcionais (RF) e Requisitos Não Funcionais (RNF), a metodologia a ser utilizada e o cronograma a ser seguido no decorrer do projeto.

#### 3.1 JUSTIFICATIVA

No Quadro 1 é apresentado um comparativo das características mais importantes entre os trabalhos correlatos e proposto nesse projeto. Nas linhas são descritas as características e nas colunas os trabalhos.

Quadro 1 - Comparativo dos trabalhos correlatos

Trabalhos Correlatos Características	Chen, Chang, Huang (2013)	Hammady, Ma e Temple (2016)	Keil, et al (2013)
Funciona offline?	Sim	Sim	Não
Dispositivo próprio do usuário para utilização?	Sim	Não	Sim
Dá informações sobre as obras?	Sim	Não	Sim
Restaura virtualmente as obras	Não	Não	Sim
Aplicativo próprio?	Sim	Sim	Sim
Funciona com smartphones	Não	Não	Não
Software utilizado para desenvolvimento	ARToolKit	AR Guide	instantAR

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme o Quadro 1, é possível perceber que a ideia de usar Realidade Aumentada no contexto de um museu não é algo novo, mas sim um conceito já existente e provado, assim como os trabalhos correlatos mostraram. Como por exemplo o trabalho da Chen, Chang e Huang (2013) que tinha a consciência de que usar um aparelho público para usufruir da Realidade Aumentada era anti-higiênico e promovia a contaminação dos usuários e por isso resolveram utilizar como hardware os equipamentos dos próprios usuários. O trabalho do Hammady, Ma e Temple (2016) que trouxe à tona os problemas que podem existir no processo de ancoragem, as vantagens que existem caso o software possibilite a obtenção de feedback do usuário e um exemplo de gamificação utilizando Realidade Aumentada. E por último o artigo do Keil, et al (2013) que restaura virtualmente as obras de mais de 2 mil anos de idade, dá informações sobre as peças e conta uma história personalizado para aquele usuário de acordo com vários aspectos, incluindo idade.

Dos 3 artigos mencionados Chen, Chang e Huang (2013) e Keil, et al (2013) funcionam com o dispositivo do próprio usuário, porém o Hammady, Ma e Temple (2016) necessita da utilização de um dispositivo fornecido pelo museu. Porém, nenhum dos trabalhos tem compatibilidade com smartphones, no caso de Keil, et al (2013) e Hammady, Ma e Temple (2016) foi mencionado que era porque smartphones não tinham espaço de tela e poder computacional suficiente para comportar um software de Realidade Aumentada, já no artigo Chen, Chang e Huang (2013) smartphones não são mencionados no decorrer do texto.



Partindo do conhecimento de que nenhum dos trabalhos tira proveito de que smartphones são utilizados por boa parte dos visitantes de museus hoje em dia, a contribuição tecnológica do presente trabalho é uma maneira mais fácil para usuários usufruírem das peças de museu virtualmente, essa compatibilidade com smartphones vai permitir que usuários de várias faixas sociais e etárias tenham acesso ao software. O aplicativo também utilizará as peças para mostrar informações como nome, fabricante, ano de fabricação, utilização, entre outros, algo que somente Keil, et al (2013) fazem, no contexto deles sobre estátuas gregas de mais de dois mil anos de história.

Como relevância social pode se argumentar que essa aplicação vai tornar mais divertida e interessante a visitação de museus especialmente para crianças.

### 3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

O aplicativo proposto deve permitir:

- d) permitir que o usuário utilize a aplicação com o seu próprio aparelho celular (Requisito Funcional - RF);
- e) permitir que o usuário selecione uma peça do museu para visualizar a sua animação de Realidade Aumentada (RF);
- f) permitir que o usuário escolha habilitar o som ou não (RF);
- g) permitir que o usuário manipule virtualmente o objeto (RF);
- h) utilizar o ambiente de desenvolvimento Visual Studio Code com o motor de jogos Unity (Requisito Não Funcional - RNF);
- i) utilizar a linguagem de programação C# (RNF).

### 3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- j) levantamento bibliográfico: pesquisar sobre peças de museu, modelagem 3D, desenvolvimento de Realidade Aumentada com as ferramentas Unity e trabalhos correlatos;
- k) elicitação de requisitos: com base no levantamento bibliográfico e nos objetivos do trabalho, reavaliar e, se necessário, incorporar novos requisitos;
- l) modelagem 3D: realizar a modelagem 3D das peças de museu selecionadas;
- m) modelagem de diagramas: realizar modelagem do diagrama de classes e do modelo entidade relacionamento a serem utilizados no projeto seguindo os padrões Unified Modeling Language (UML) com a ferramenta StarUML;
- n) desenvolvimento: implementação do aplicativo seguindo a modelagem e os requisitos levantados, desenvolvendo em C# na Unity;
- o) testes de requisitos: efetuar testes das funcionalidades do sistema por meio de testes unitários e testes de caixa-preta;
- p) teste do reconhecimento das imagens: realizar teste para verificar se as peças estão sendo reconhecidas em diferentes configurações do ambiente;
- q) testes com usuários: efetuar testes de usabilidade com o público-alvo.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cronograma

etapas / quinzenas	2023									
	fev.		mar.		abr.		maio		jun.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Levantamento bibliográfico										
Elicitação de requisitos										
Modelagem 3D										
Modelagem de diagramas										
Desenvolvimento										
Testes de requisitos										
Teste do reconhecimento das imagens										
Testes com usuários										

Fonte: elaborado pelo autor.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste trabalho serão fundamentadas bibliografias sobre Realidade Aumentada e a aplicação Unity.

Realidade Aumentada é uma versão virtual do mundo real que é obtida através de elementos visuais, sonoros e outros meios com o uso da computação, diferente da Realidade Virtual que imerge o usuário em um

mundo totalmente virtual. Assim, a realidade virtual e a Realidade Aumentada permitem ao usuário retratar e interagir com situações imaginárias, como os cenários de ficção, envolvendo objetos reais e virtuais estáticos e em movimento. Permitem também reproduzir, com fidelidade, ambientes da vida real como a casa virtual, a universidade virtual, o banco virtual, a cidade virtual etc., de forma que o usuário possa entrar nesses ambientes e interagir com seus recursos de forma natural, usando as mãos (com ou sem aparatos tecnológicos, como a luva) e eventualmente comandos de voz (KIRNER; TORI, 2006)

Unity é um motor gráfico usado para criar mídia interativa, tipicamente jogos, sendo famoso pela capacidade de rapidamente prototipar e publicar aplicações (CRAIGHEAD; MURPHY; BURKE, 2007). Lançado em 2005, o objetivo era criar um motor gráfico com ferramentas profissionais para desenvolvedores amadores, em 2018 Unity foi usado para criar aproximadamente metade de todos os jogos em dispositivos móveis e 60% de conteúdo de Realidade Aumentada e virtual, incluindo jogos como Pokémon Go, Monument Valley, Call of Duty: Mobile, Beat Saber e Cuphead (MATNEY, 2017)

## REFERÊNCIAS

**ADMIN.** Como museus usam realidade aumentada para te transportar no tempo. Disponível em:

<https://blog.zooxsmart.com/pt-br/pt/como-museus-usam-realidade-aumentada-para-te-transportar-no-tempo>>. Acesso em: 23 set. 2022.

**Backgrounder.** Backgrounder, 2004. Disponível em:

[https://web.archive.org/web/20050301050449/http://www.computerhistory.org/about/press\\_relations/background/](https://web.archive.org/web/20050301050449/http://www.computerhistory.org/about/press_relations/background/)>. Acesso em: 9 set. 2022.

**BRASIL.** CÂMARA DOS DEPUTADOS. . Legislação sobre Museus. Brasília: Edições Câmara, 2013. 155 p. Disponível em: <http://www.sistemademuseus.rs.gov.br/wp-content/midia/Legislacao-sobre-Museus.pdf>. Acesso em: 22 set. 2022.

**CHARR, M.** How technology is bringing museums back to life. Disponível em:

<https://www.museumnext.com/article/how-technology-is-bringing-museums-back-to-life/>>. Acesso em: 24 set. 2022.

**COATES, C.** How Museums are using Augmented Reality. Disponível em: <https://www.museumnext.com/article/how-museums-are-using-augmented-reality/>>. Acesso em: 19 set. 2022.

**CHEN, C. Y.; CHANG, B. R.; HUANG, P.** sen. Multimedia augmented reality information system for museum guidance. *Personal and Ubiquitous Computing*, v. 18, n. 2, p. 315–322, 1 fev. 2014.

**CRAIGHEAD, J. D.; MURPHY, R. R.; BURKE, J.** Using the Unity Game Engine to Develop SARGE: A Case Study. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/265284198>>. Acesso em: 27 set. 2022.

**Different Types of Museums.** Disponível em: <http://www.historyofmuseums.com/museum-facts/types-of-museum/>>. Acesso em: 28 set. 2022.

**Gronlund, M. Mosul** Cultural Museum rises from the ravages of Isis. Disponível em:

<https://www.theartnewspaper.com/2021/04/05/mosul-cultural-museum-rises-from-the-ravages-of-isis>> Acesso em 06 out .2022.

**HAMMADY, R.; MA, M.; TEMPLE, N.** Augmented reality and gamification in heritage museums. Em: Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), Anais...Springer Verlag, 2016.

**HISTORY OF MUSEUMS.** History of Museums. History of Museums, 2022.

**KIRNER, C.; TORI, R.** Capítulo 2 Fundamentos de Realidade Aumentada. [s.l: s.n.]. Disponível em:

[http://fabiopotsch.pbworks.com/w/file/attach/48938507/Fundamentos\\_realidade\\_aumentada.pdf](http://fabiopotsch.pbworks.com/w/file/attach/48938507/Fundamentos_realidade_aumentada.pdf)>. Acesso em: 24 set. 2022.

**KEIL, J. et al.** 2013 A digital look at physical museum exhibits. [s.l.] IEEE, 2013.

**LIFE & DEATH OF QR CODES IN MUSEUMS.** Disponível em: <https://cuseum.com/blog/life-death-of-qr-codes-in-museums>>. Acesso em: 19 set. 2022.

**MASP.** Disponível em: <https://masp.org.br/acervo>>. Acesso em: 14 set. 2022.

**MATNEY, L.** With new realities to build, Unity positioned to become tech giant. Disponível em:

<https://techcrunch.com/2017/05/25/with-new-realities-to-build-unity-positioned-to-become-tech-giant/?guccounter=1>>. Acesso em: 17 set. 2022.

Citações usadas no texto mas não referenciadas:  
(Legislação sobre museus, 2013)  
(NATALI, 1997)