

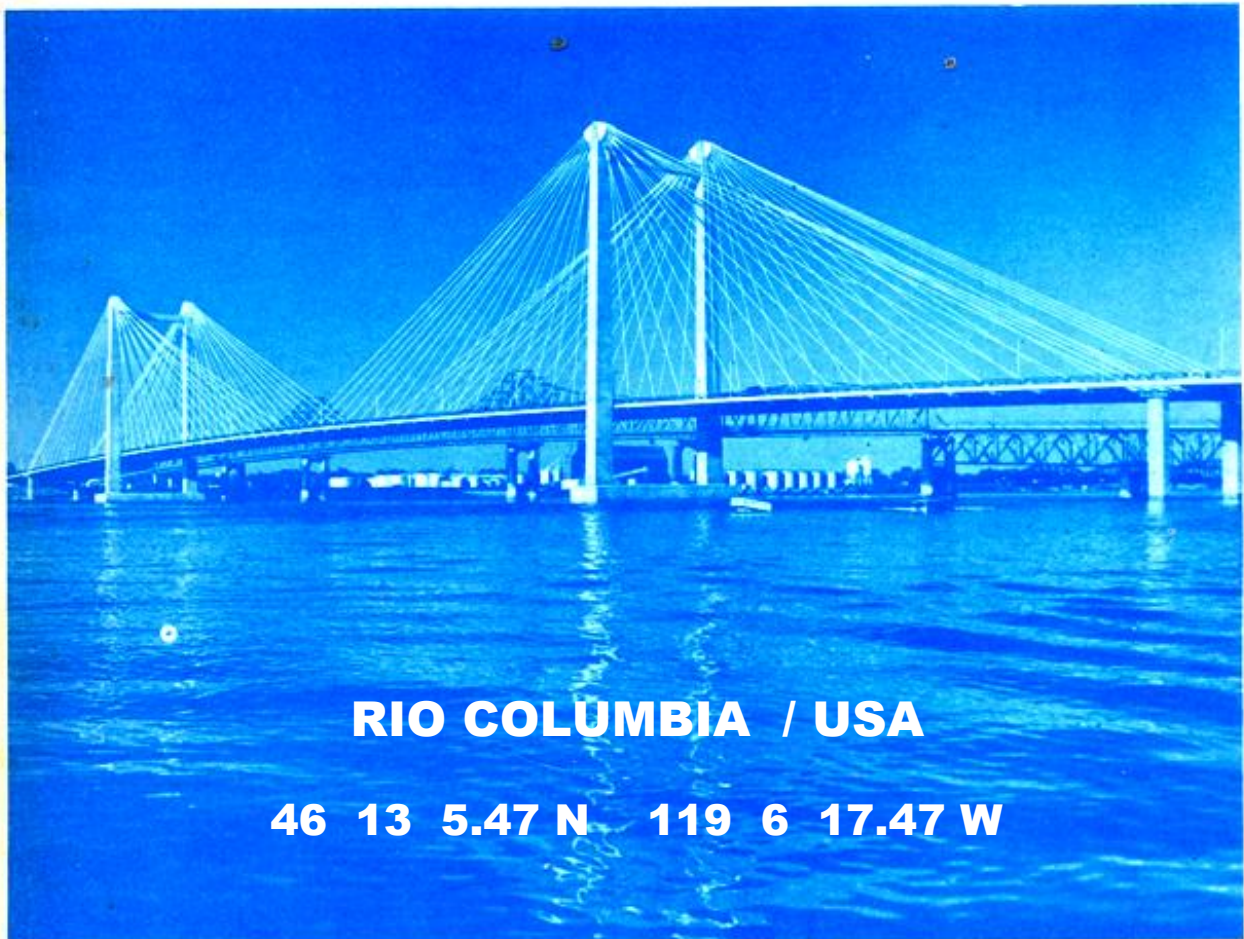


PONTES ESTAIADAS
PROF. FRITZ LEONHARDT

Prof. Eduardo C. S.
Thomaz
Notas de Aula

ESTRUTURA

REVISTA TÉCNICA DAS CONSTRUÇÕES
ENGENHARIA E ARQUITETURA



PONTES ESTAIADAS - PROF. FRITZ LEONHARDT

PLAMBAGEM
PÓRTICOS
FUNDAÇÕES
PROGRAMAS

89

Dezembro

1 9 7 9

ESTRUTURA

Revista Técnica das Construções
Engenharia e Arquitetura
Ano 20 — Nº 89

DIRETOR PRESIDENTE

Aderson Moreira da Rocha

CONSELHO REDATORIAL

A. J. Costa Nunes — Aluizio de Souza
Carvalho — Arthur V. da Costa e Silva
— Carlos Freire Machado — Ernani
Diaz — Francisco de Assis Basílio —
J. Carlos Figueiredo Ferraz — José
Luiz Cardoso — José Mauro Moreira
da Rocha — Telemaco van Langendonk.

EDIÇÃO

Editora **ESTRUTURA LTDA.**

BOLETIM

ESTRUTURAL

Apresentamos, em primeira mão, neste número a conferência proferida recentemente no Brasil pelo Prof. Fritz Leonhardt sobre pontes estaiadas, uma das técnicas mais recentes no projeto de pontes.

Além deste assunto e de diversos artigos técnicos de grande valia e oportunidade, continuamos a divulgação de programas para máquinas de bolso.

VER TAMBÉM :

ISSN 0377-7251

IABSE PERIODICA 2/1980
PERIODICA AIPC
IVBH PERIODICA

May 1980



1980

IABSE SURVEYS

S-13/80

REVUES AIPC
IVBH BERICHTE

Cable-Stayed Bridges
F. Leonhardt W. Zellner

PÁGINA 21

International Association for Bridge and Structural Engineering
Association Internationale des Ponts et Charpentes
Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau

IABSE
AIPC
IVBH

<https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=bse-pe-005:1980:4>

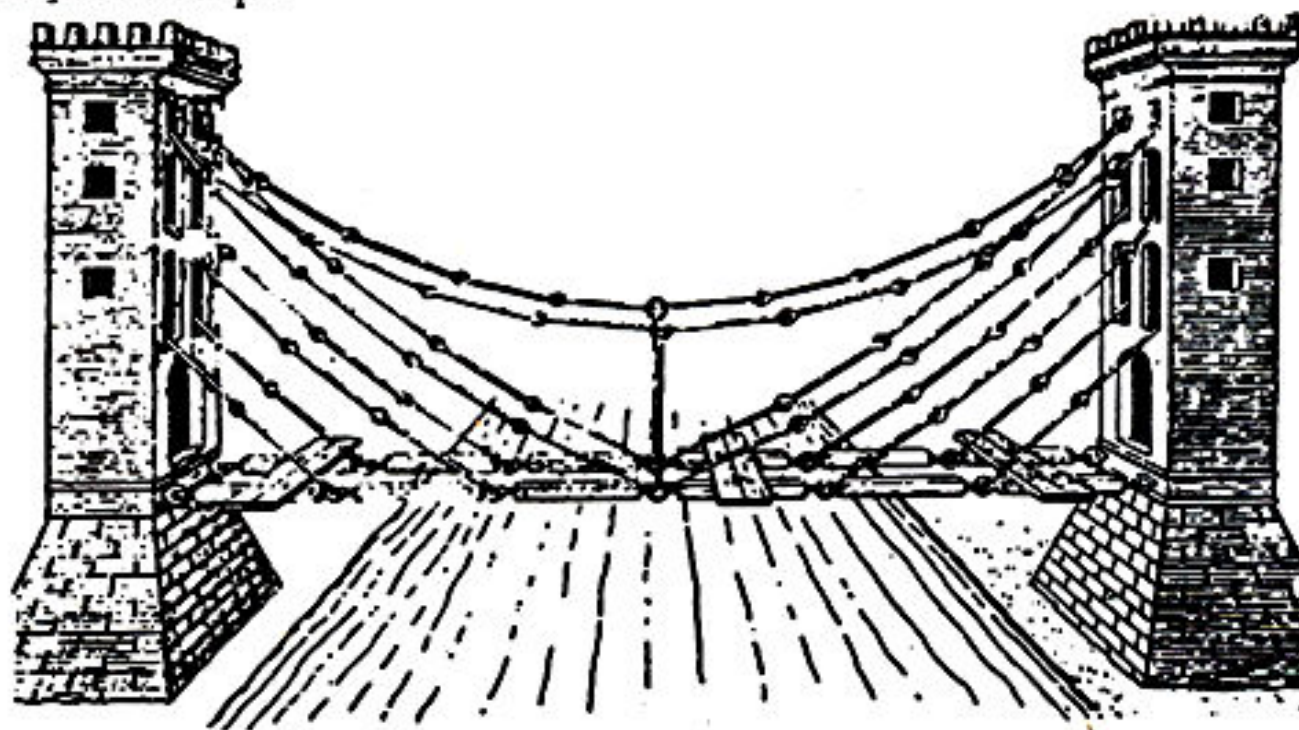
IABSE surveys = Revue AIPC = IVBH Berichte, Volume 4 (1980)

PONTES ESTAIADAS PARA VÃOS LONGOS

Fritz Leonhardt

1 — REVISÃO HISTÓRICA

Uma breve revisão histórica mostrará que a idéia de utilizar cordas ou correntes inclinadas, suspensas de uma torre, para apoiar uma viga transpondo vãos, é muito antiga. Os egípcios fizeram uso dessa idéia nos seus barcos a vela. Em livros italianos antigos encontramos desenhos de Faustus Verantius, datados de 1617, mostrando várias correntes inclinadas paralelas (Fig. 1). Em 1784 um carpinteiro alemão, Immanuel Loscher, descreveu uma ponte de madeira, com estais de madeira, fixados a uma torre também de madeira (Fig. 2). Em 1817, dois engenheiros britânicos, Redpath e Brown, construíram a Ponte de King's Meadow, para pedestres, com um vão de 34 metros, empregando estais formados por fios. Alguns anos mais tarde, em 1821, o arquiteto francês Poyet sugeriu fixar as vigas a torres altas por meio de barras de aço (Fig. 3). Aqui temos a disposição em leque dos estais, todos eles ancorados na parte de cima da torre. O outro tipo de disposição, com estais paralelos que chamamos de disposição tipo harpa, foi sugerido por Hatley em 1840 (Fig. 4). Ele achava que essa disposição apresenta menor rigidez que a disposição em leque.



Chain-stayed bridge by Faustus Verantius 1617.

Fig. 1

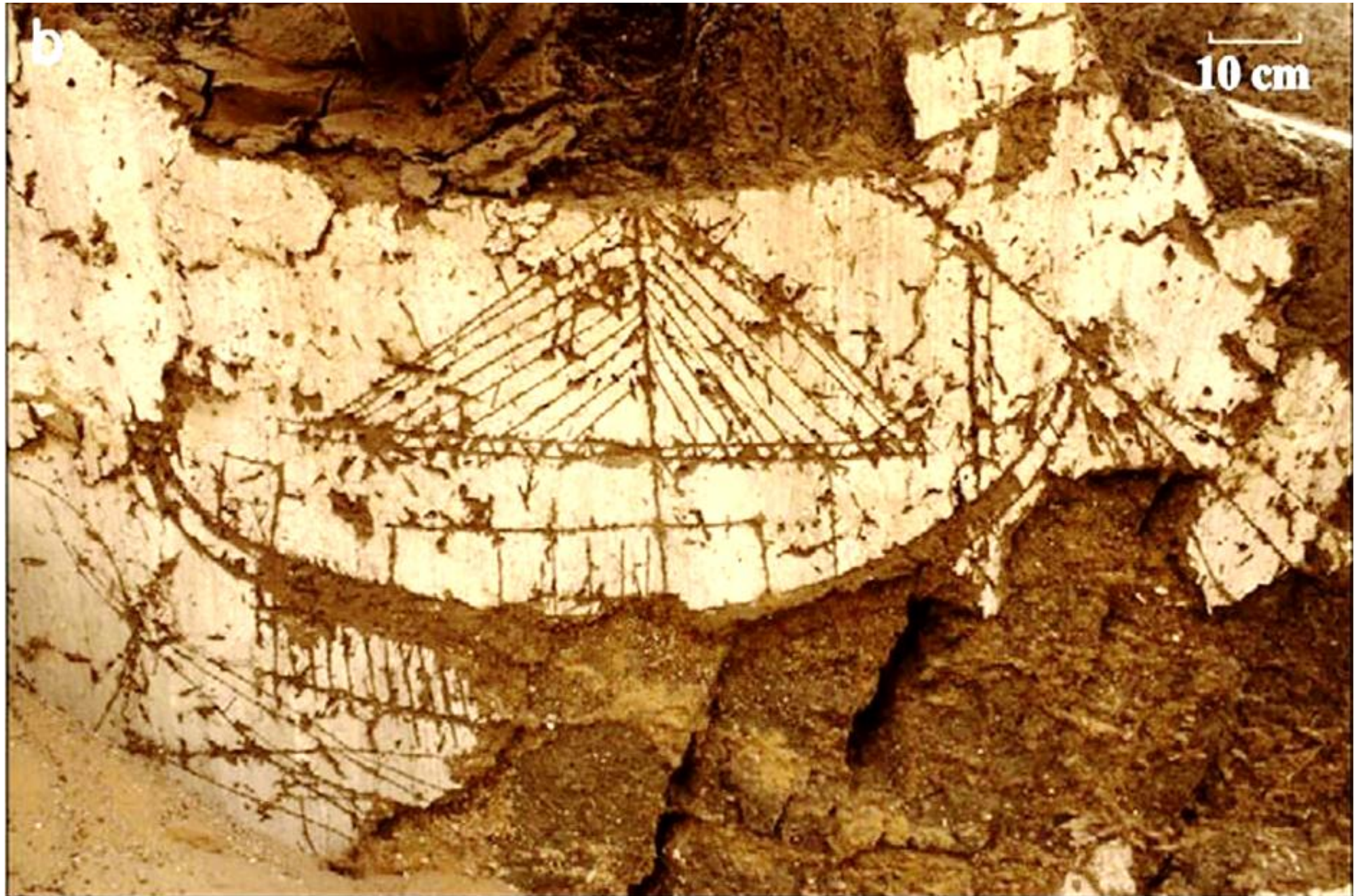
PONTES ESTAIADAS PARA VÃOS LONGOS

Fritz Leonhardt

1 — REVISÃO HISTÓRICA

Uma breve revisão histórica mostrará que a idéia de utilizar cordas ou correntes inclinadas, suspensas de uma torre, para apoiar uma viga transpondo vãos, é muito antiga. Os egípcios fizeram uso dessa idéia nos seus barcos a vela. Em livros italianos antigos encontramos desenhos de Faustus Verantius, datados de 1617, mostrando várias correntes inclinadas paralelas (Fig. 1).

**Royal Boat Burial and Watercraft Tableau of Egypt's
12th Dynasty (c.1850 BCE) at South Abydos
Josef Wegner**



AS PONTES ESTAIADAS TÊM 4000 ANOS

1979 / ... / 2003 - PORTO ALENCASTRO - RIO PARANAIBA - MS/MG

COORDENADAS : 19 39 34.99 S 51 01 15.77 W



PROJETO ESTRUTURAL : ANTONIO ALVES DE NORONHA E FRITZ LEONHARDT

2008 - PONTE ESTAIADA NA MARGINAL PINHEIROS - SÃO PAULO

COORDENADAS = 23 36 46.1 S 46 41 56.07 W



PROJETO ESTRUTURAL - ENG. CATÃO FRANCISCO RIBEIRO

AS VELAS DOS BARCOS EGÍPCIOS ERAM VIGAS ESTAIADAS



AS VELAS DOS BARCOS EGÍPCIOS ERAM VIGAS ESTAIADAS



Royal Boat Burial and Watercraft Tableau of Egypt's

12th Dynasty (circa 1850 BCE) at South Abydos

Josef Wegner

Egyptian Section, Penn Museum, University of Pennsylvania,

3260 South Street, - USA

Josef Wegner Egyptian Section, Penn Museum, University of Pennsylvania, 3260 South Street, Philadelphia, PA 19104,

USA Excavations at Abydos, Egypt, during 2014–2016 have revealed the remains of a boat burial dating to the reign of Senwosret III (c.1850 BCE).

The boat burial occurred inside a specially prepared, subterranean vaulted building.

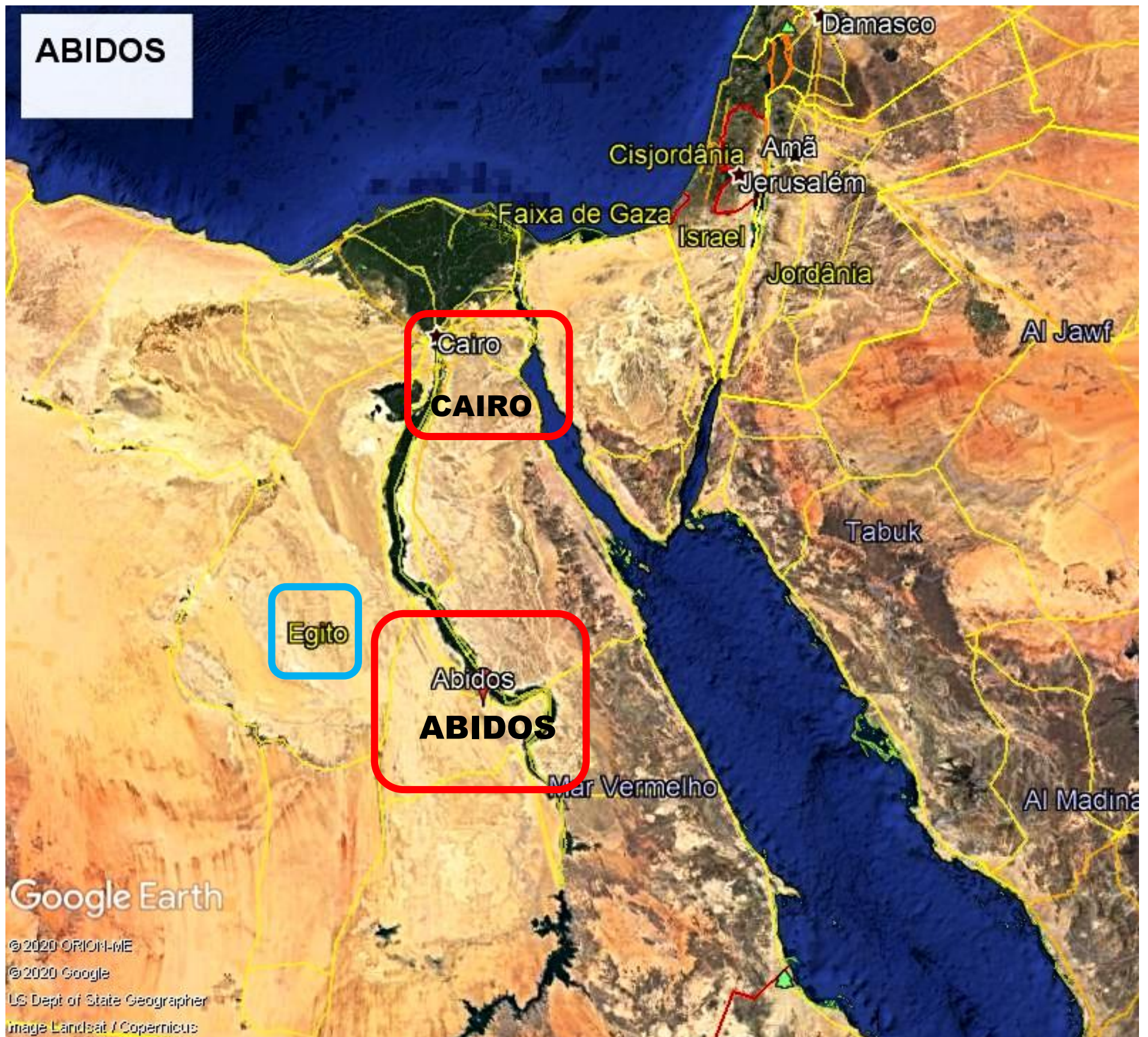
Surviving elements of planking appear to derive from a nearly 20 m-long boat that was buried intact but later dismantled for reuse of the wood.

The vessel may belong to a group of royal funerary boats associated with the nearby tomb of Senwosret III.

Incised on to the interior walls of the boat building is an extensive tableau including 120 surviving drawings of pharaonic watercraft.

A unique deposit of pottery vessels was found associated with the ceremonial burial of this royal boat.

ABIDOS



COORDENADAS = 26 11 1.30 N 31 55 21.21 E

South Abydos / EGITO

SENWOSRET III MORTUARY COMPLEX

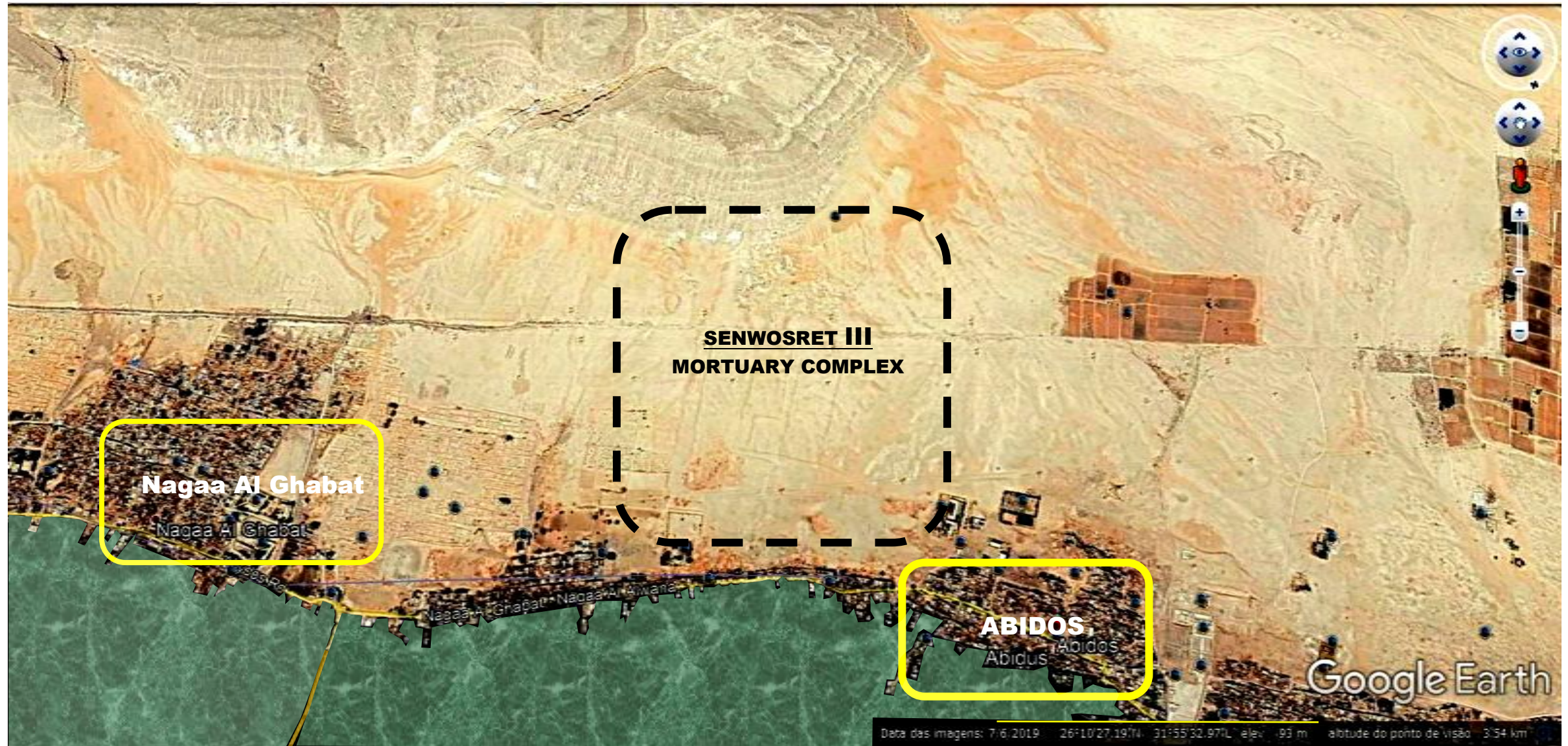
COORDENADAS = 26 10 27.19 N 31 55 32.97 E



South Abydos / EGITO

SENWOSRET III MORTUARY COMPLEX

COORDENADAS = 26 10 27.19 N 31 55 32.97 E



<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/1095-9270.12203>

Túmulo do Barco Real

com as Paredes mostrando Embarcações do Egito



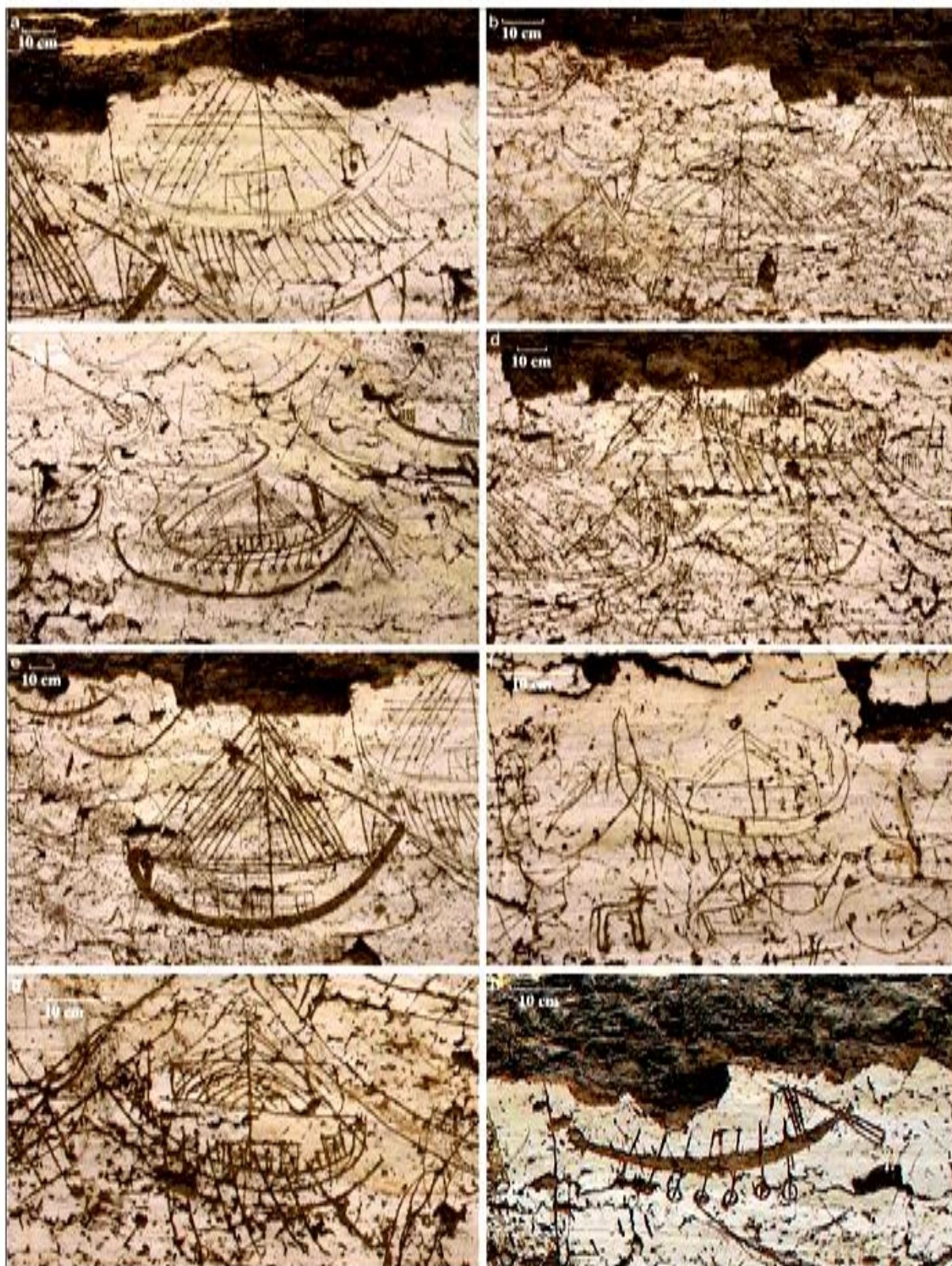
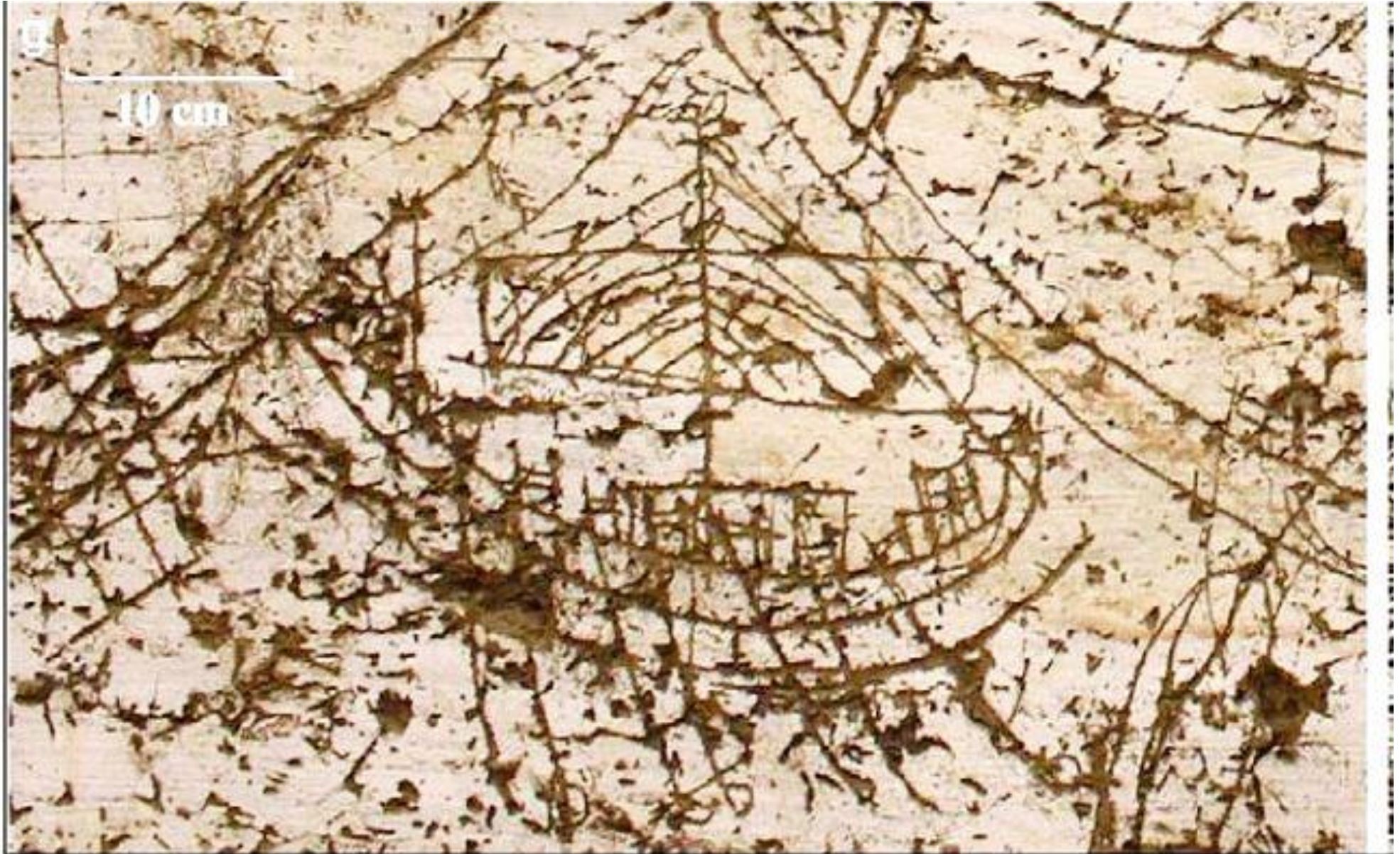


Figure 13. Examples of boat images incised on the better-preserved north side of the building. (J. Wegner)

Royal Boat Burial and Watercraft Tableau of Egypt's

12th Dynasty (circa 1850 BCE) at South Abydos

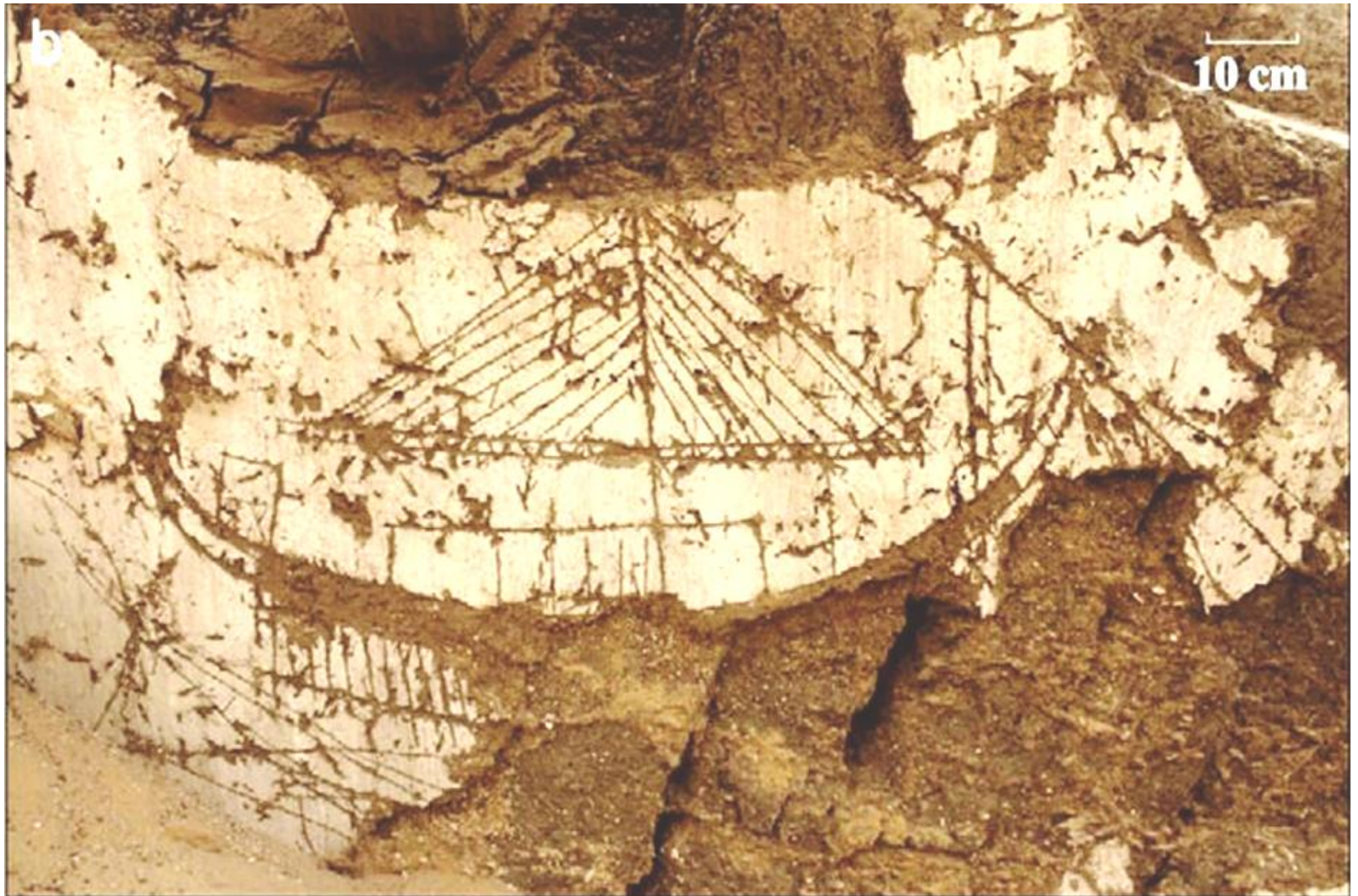
Josef Wegner



**Royal Boat Burial and Watercraft Tableau of Egypt's
12th Dynasty (c.1850 BCE) at South Abydos
Josef Wegner**



**Royal Boat Burial and Watercraft Tableau of Egypt's
12th Dynasty (c.1850 BCE) at South Abydos
Josef Wegner**



**1850 a.C. - Royal Boat Burial and Watercraft Tableau of Egypt's
12th Dynasty (c.1850 BCE) at South Abydos**

Josef Wegner

Túmulo do Barco Real com as Paredes mostrando Embarcações do Egito



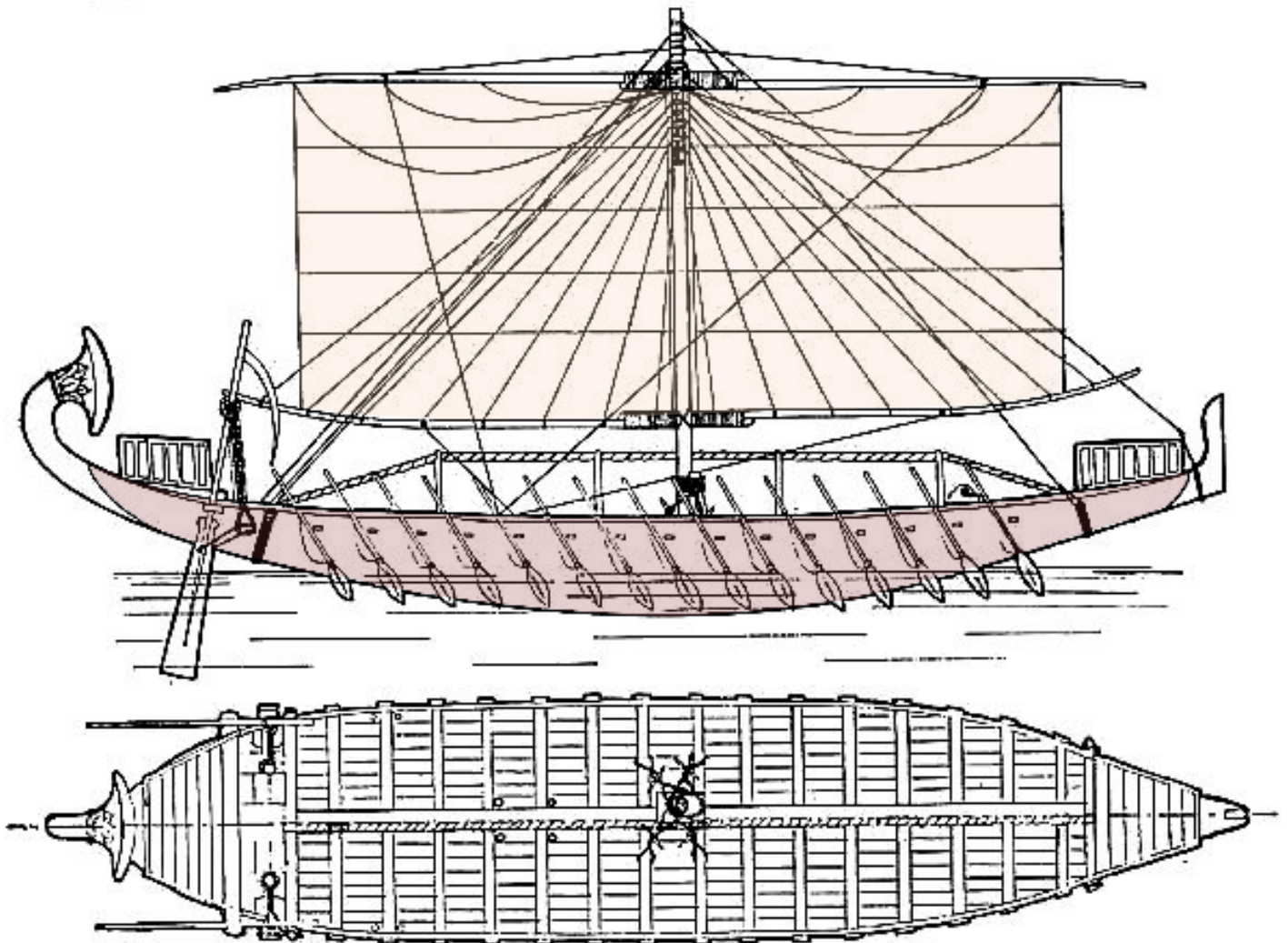


Fig. 8. Nave egizia del Regno Nuovo (XVIII dinastia, 1500 a.C.), tratta dai graffiti del tempio in Deir-el-Bahari della regina Hatshepsut.

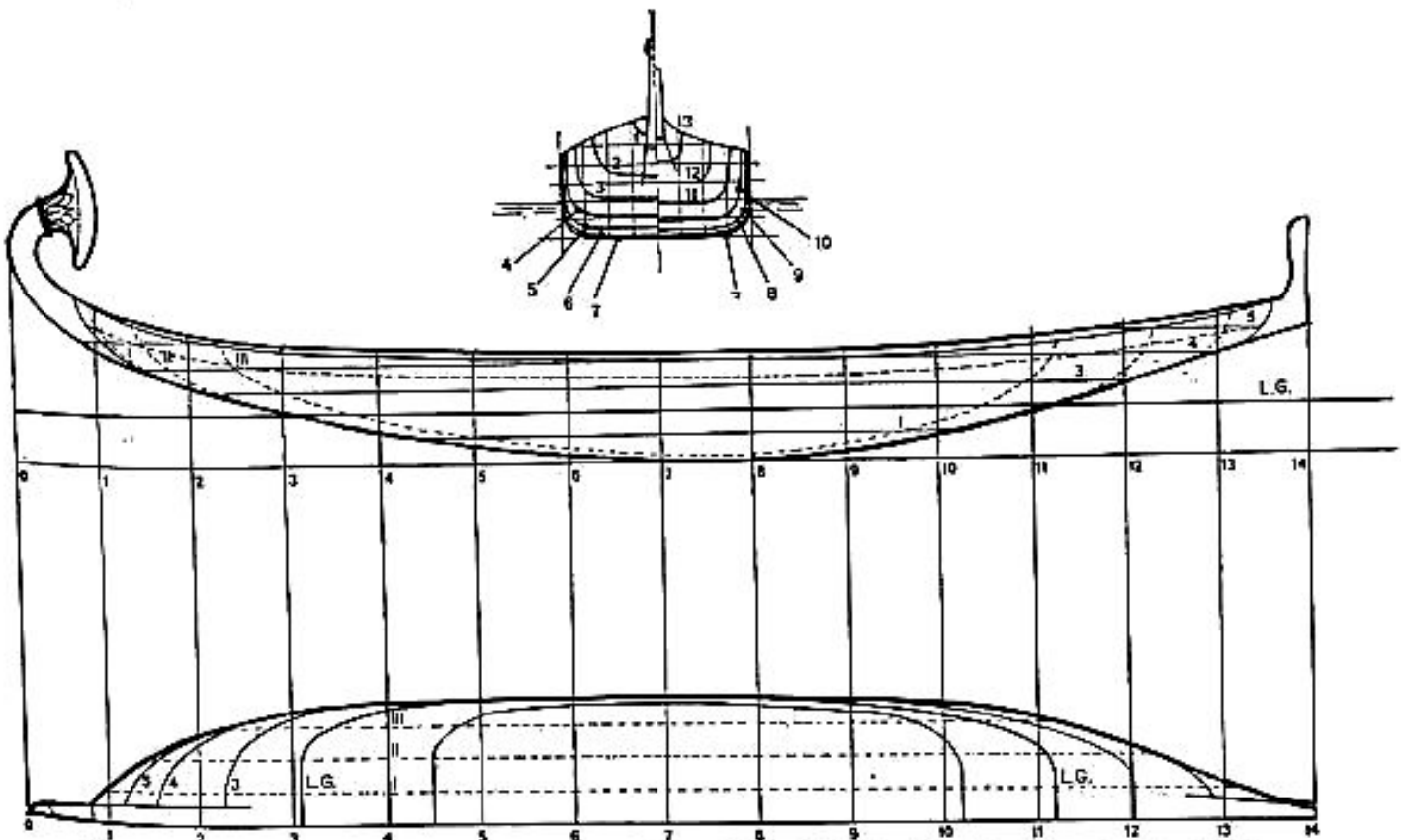
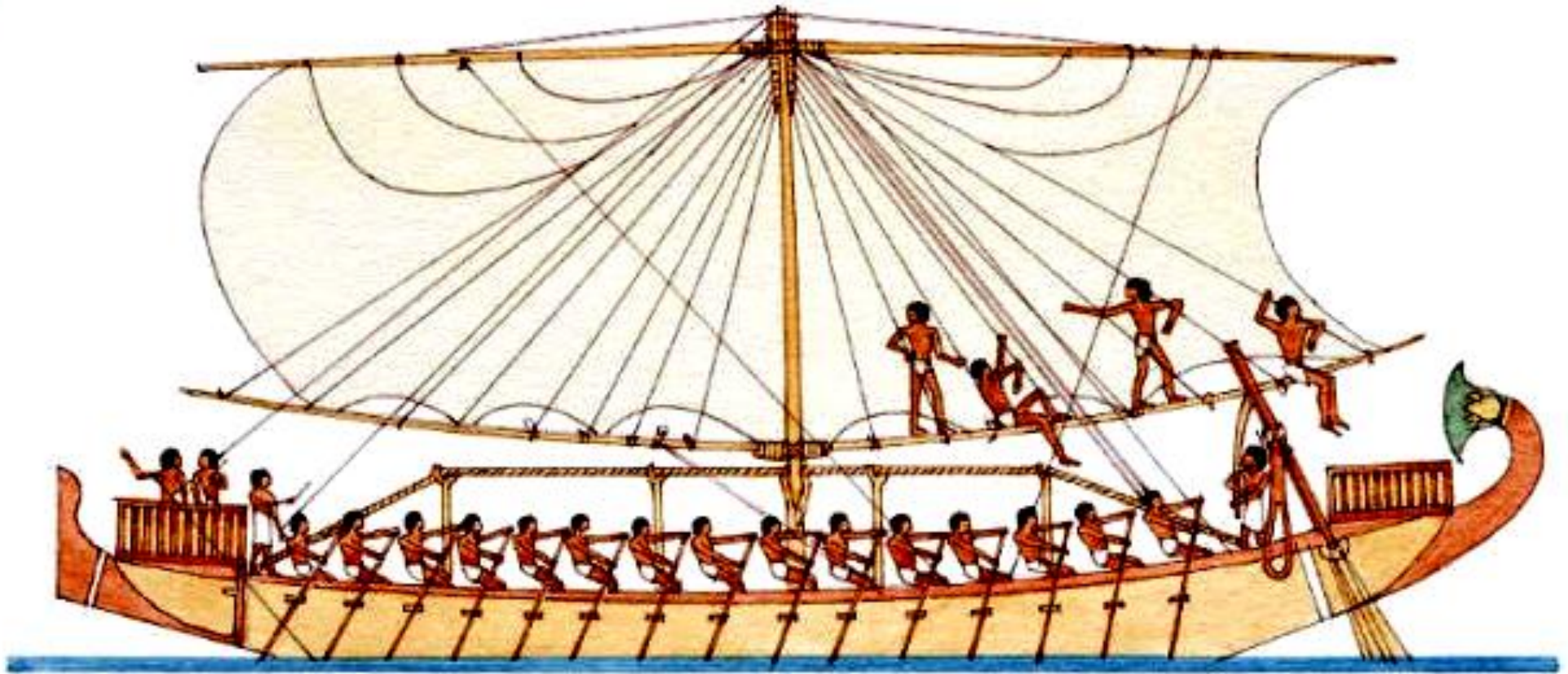


Fig. 9. Piano costruttivo della nave egizia della XVIII dinastia (lung. f.t. 31,50 m, larg. max. 6,30 m).

<http://www.runasimi.net/farao-UK.htm>

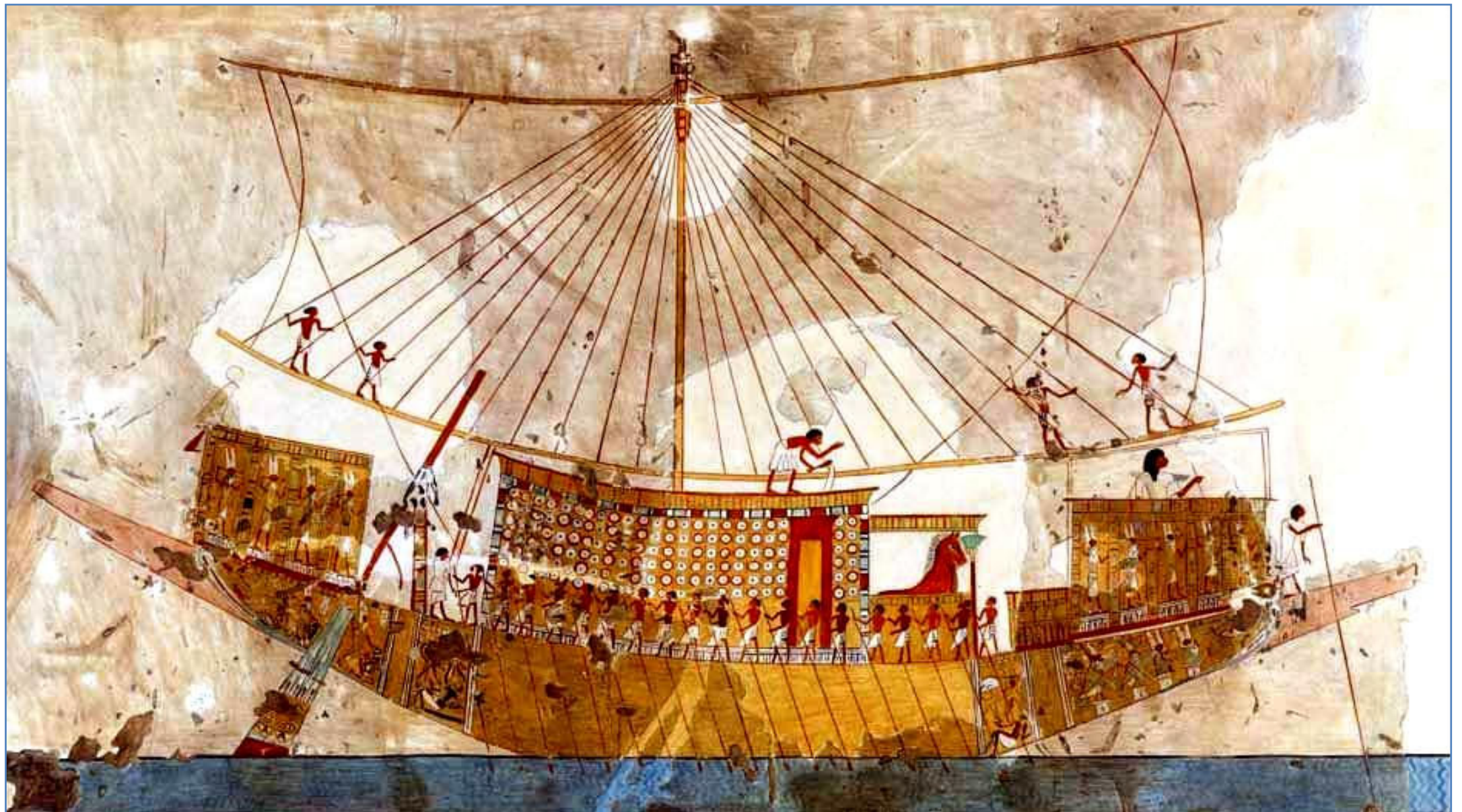
Observations from Egyptian tombs and pyramids



https://www.osirisnet.net/tombes/nobles/houy40/e_houy40_02.htm

Tomb TT 40 is in the Theban necropolis at Qurnet Murai. This is one of very few tombs datable with certainty to the reign of Tutankhamun. The owner is called **Amenhotep**, but prefers to be called the most familiar diminutive of **Huy** ; he undertakes the very important function of "King's Son of Kush, Overseer of the Southern Countries", in other words, he is Viceroy of Nubia.

The boat of Huy (subindo o rio NILO no sentido SUL)



The boat carries the Viceroy, who appears in the forward cabin, **facing south**, protected by a canopy; beside him, the pilot probes the river bed with a long pole. The sail is deployed to take advantage of the **north wind** and the rowers are distributed on each side of the bulwarks, supervised by a foreman who appeared on the roof of the main cabin, with a whip in his hand. At the front of the cabin is a stall for Viceroy's horses.

DUAS OBRAS PRIMAS

4000 ANOS

DO

RIO NILO

AO

RIO PINHEIROS

1850 a.C. - ANCIENT EGYPTIAN BARK - RIO NILO

Wall painting in the tomb of Amenhotep Huy, the egyptian viceroy of Nubia.



2020 - PONTE ESTAIADA NA MARGINAL PINHEIROS

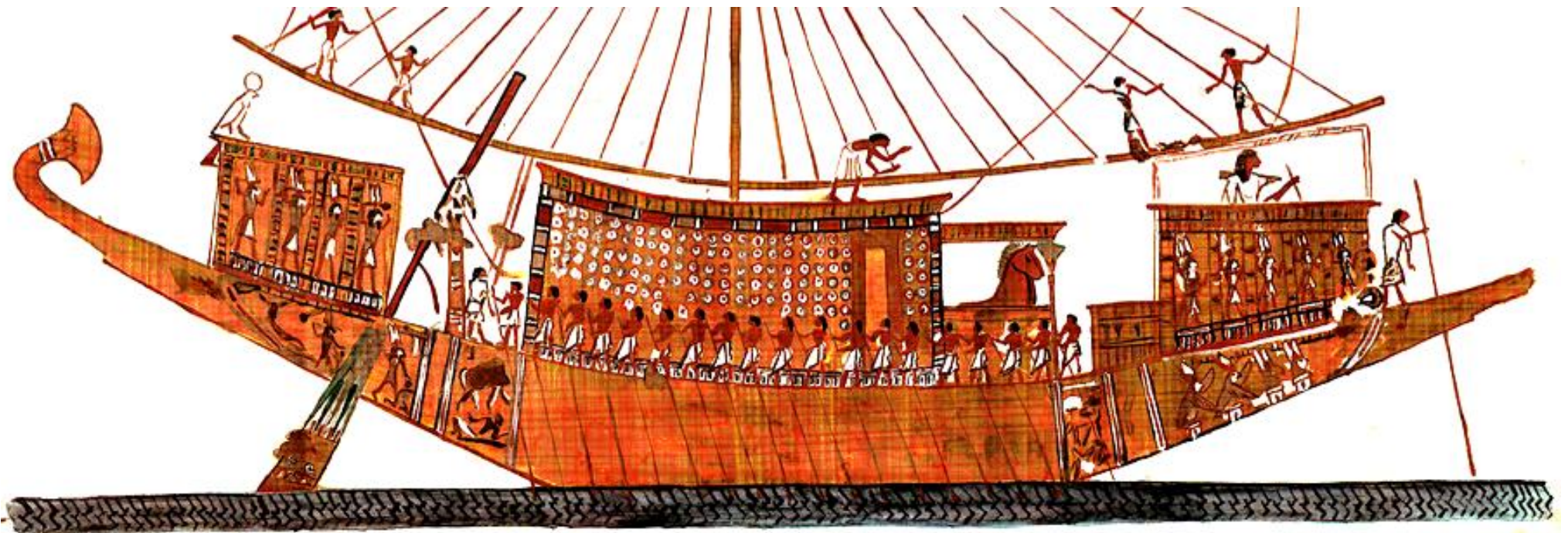
COORDENADAS = 23 36 46.1 S 46 41 56.07 W



PROJETO ESTRUTURAL - ENG. CATÃO FRANCISCO RIBEIRO



4000 anos



DUAS OBRAS DE ARTE COM 4000 ANOS DE ENTREMEIO !

UM BARCO EGÍPCIO NO RIO PINHEIROS ! VELAS ENFUNADAS !



DUAS OBRAS PRIMAS COM 4000 ANOS DE ENTREMEIO !

UM BARCO EGÍPCIO NO RIO PINHEIROS !



DUAS OBRAS DE ARTE COM 4000 ANOS DE ENTREMEIO !

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

1850 a. C. ----- 2020 d.C.

PAPIRO DO EGITO

AÇO

4000 anos

ÉRICA SIANE MORAES

Heródoto (485 a.C. / 425 a.C.) e o Egito

Tradução e Comentários do Livro II das Histórias

Unicamp - Instituto de Estudos da Linguagem - 1999

Dissertação apresentada ao curso de Lingüística do Instituto de Estudos da Linguagem da Universidade Estadual de Campinas como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Lingüística

" *Suas embarcações, empregadas no transporte de carga, são de lenho de **acácia** (ver foto), cujo aspecto é muito semelhante ao do lótus de Cirene, e sua resina é uma goma (arábica). Desta acácia cortam peças de dois côvados (um côvado=50cm) e, juntando-as como tijolos, constroem a embarcação do seguinte modo: em torno das cavilhas, serradas e grandes, fixam madeiras de dois côvados; construindo desse modo o arcabouço do navio, dispõem as vigas por cima dele, e não utilizam nenhuma cavilha, e, no interior, as juntas são calafetadas com **papiro** (ver foto).*

Fabricam um só timão, que passa através da carena; para o mastro, utilizam lenho de acácia; para a vela, papiro.

Esses barcos não conseguem navegar contra a corrente, a menos que domine um vento forte; são arrastados da terra.

*Na descida do rio, são conduzidos assim: há uma grade feita de **tamarga** (ver foto), ajustada com **junco** (ver foto), e uma pedra furada com peso máximo de dois talentos (um talento = 27 kg). Presa com um cabo, a grade é lançada, na parte dianteira do barco, na superfície da água, e a pedra, na parte de trás, presa pelo cabo. A grade, pelo impulso da corrente, avança velozmente e arrasta a baris (pois, este é o nome desse tipo de embarcação), enquanto a pedra, arrastada na parte de trás, no fundo do rio, mantém em linha reta a embarcação. Há muitíssimas embarcações como essa no Egito, que transportam muitos milhares de talentos (um talento = 27 kg). (Histórias. 2. 96). "*

Acácia nilótica



Papiro do Egito

PAPIRO DO EGITO (CYPERUS PAPYRUS LINN)



Tamargueira



Junco



1923 - TUMBA DE TUTANKAMON

<https://www.mdig.com.br/index.php?itemid=36045>

BARCOS - BRINQUEDOS DO MENINO TUTANKAMON (1346 a.C. / 1327 a.C.)

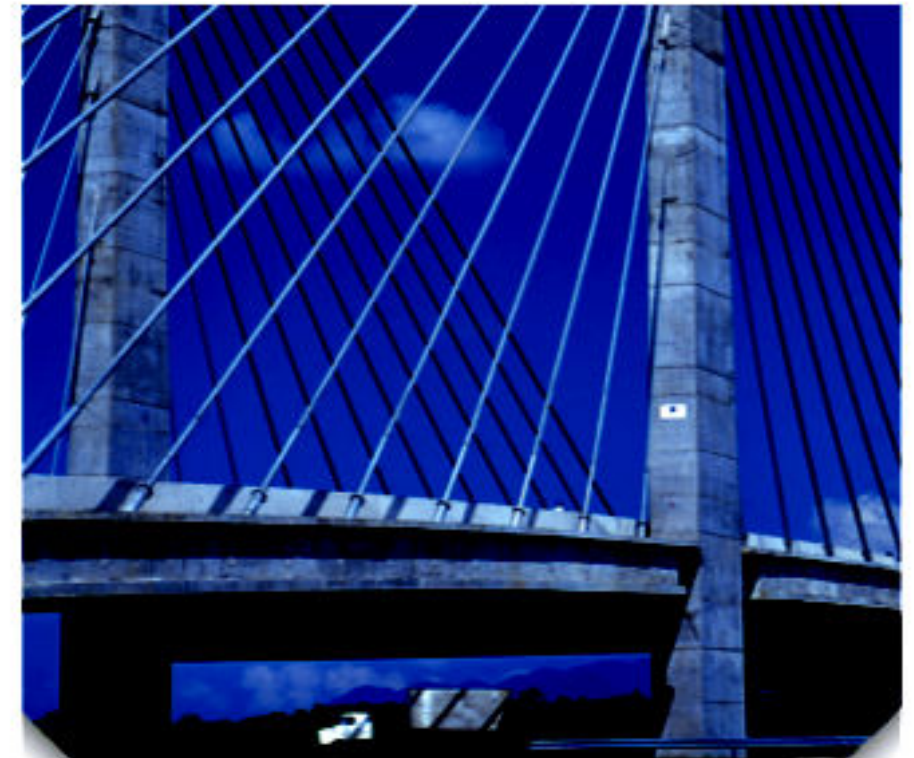


2020 - AÇO

Cordoalhas especiais para pontes estaiadas

Características

- Produzidas com três camadas protetoras contra a corrosão:
 - Galvanização dos fios a quente, com gramatura de zinco de 190 a 350 g/m², antes do encordoamento e tratamento térmico.
 - Filme de cera de petróleo - 5 g/m mín.
 - Encapadas na cor preta, com polietileno de alta densidade resistente aos raios ultravioleta, não deslizante sobre a cordoalha e com espessura mínima de 1,25 mm.
- Relaxação após 1.000 horas, máx.= 2,5% para carga inicial de 70% da carga de ruptura.
- Módulo de elasticidade nominal: 195 kN/mm².



Utilização de cordoalha estaiada na Rodovia dos Imigrantes (SP).

ESPECIFICAÇÕES DOS PRODUTOS - CORDOALHAS ESPECIAS PARA PONTES ESTAIADAS

Produto	Diâmetro nominal (mm)	Área aprox. (mm ²)	Área mínima (mm ²)	Massa aprox. (kg/1.000 m)	Carga mínima de ruptura (kN)	Carga mínima a 1% de deformação (kN)	Alongamento após ruptura (%)
Cordoalhas de 7 fios CP 190							
Cord. CP 190 RB 15,70	15,7	150	147	1.290	279	246	3,5

Acondicionamento

Em carretéis de madeira com $\varnothing_i = 1.000$ mm e até 3 t de cordoalhas.

Ensaio

Além dos ensaios tradicionais, previstos na NBR 7483, as cordoalhas especiais para pontes estaiadas são submetidas a ensaio de tração desviada (*pin test*) conforme norma PTI, no qual o produto é colocado em estrutura que provoca mudança de direção. A cordoalha é então tracionada até a ruptura, com resistência mínima prevista de 80% da carga de sua ruptura retilínea. As cordoalhas são também submetidas a ensaios de fadiga de até 2.000.000 de ciclos.

+ + +