

结构设计的社会价值

——若昂·维拉诺瓦·阿蒂加斯承重结构设计中的 人性维度

The Social Value of Structural Design : The Humanization of the
Load-bearing Structure in the Work of João Vilanova Artigas

[巴西]娜拉·博尔戈诺维·席尔瓦 文 | Written by Lara BORGONOV E SILVA

谢方洁 译 | Translated by XIE Fangjie

裴钊 王帅中 校 | Proofread by PEI Zhao WANG Shuaizhong

摘要：若昂·维拉诺瓦·阿蒂加斯(1915—1985)^{[1][2]}身为巴西20世纪最具影响力的建筑师之一，其独特的建筑作品最近才受到国际上的广泛关注和认可。阿蒂加斯相信人性内容应寓于形式探索，唯有将之融入结构设计，才能赋予其意义。力倡和平与民主但又政治激进的阿蒂加斯，在自己的设计实践中认知到了将结构升格为社会隐喻的永恒潜力。从承重结构——这个人们熟视无睹的角色出发，阿蒂加斯将结构设计视为政治和社会意义的潜在载体，从而超越了结构仅在效率和工程层面的技术诉求。他因此坚持这样的理念：建筑师有责任在结构设计中坚持独立的探索与创造路线，并突破科学方法论所容许的范围。

关键词：拉丁美洲、若昂·维拉诺瓦·阿蒂加斯、结构设计、钢筋混凝土

Abstract: João Vilanova Artigas (1915-1985) was one of the most influent twentieth-century Brazilian architects. In spite of this, he only recently achieved broad international recognition for his singular architecture works. Artigas believed human content belongs to the formal survey and must be integrated in the structural design in order to render structures a meaning. Strongly advocating peace and democracy in his political militancy, this Brazilian designer recognized in his own design practice the immemorial potential of structures to become social metaphors. Based on this well-known although forgotten role of load-bearing structures, Artigas approached structural design as a potential carrier of political and social meaning that could go beyond the technical demands of efficient engineering solutions. For this reason, he upheld the notion that architects had the duty to seek an independent line of investigation and creation in structural design and go beyond what scientific methodology can accept.

Keywords: Latin America, João Vilanova Artigas, Structural design, Reinforced concrete

一、引言

巴西建筑师与土木工程师若昂·维拉诺瓦·阿蒂加斯 (João Vilanova Artigas 1915—1985) 认为，支撑结构必须表达超越技术合理性的社会关切。他主张探寻结构形式的初心应当来源于人本身。尽管结构的形式需要在技术上行得通时才有效，但在他看来，结构设计中技术的一面应听命于其中人性的一面。

他将赋予结构人性化的过程定义成“结构行为的主观时机”——一个以女神像柱譬喻的概念。在他看来，古希腊神庙中以人形面世的柱

子，是对“在最有雄心的建筑中支撑最具雄心檐顶 (entablatures) 的结构中，人类在场之不可或缺”的象征。

将结构设计的壮举关联到人力的支撑，折射出阿蒂加斯身为设计师兼左翼激进派的宏愿：将建筑转化成一门社会参与的艺术。阿蒂加斯相信承重结构的设计首先要传达的是一种社会性的意义。他将结构设计与社会议题直接挂钩，这种关系在他评论罗马圣彼得大教堂的圆顶时呼之欲出。阿蒂加斯讲道，伯拉孟特 (Donato Bramante 1444—1514) 将其定义为“本质的层面上，是四根柱，也即四个使徒 (柱头有绘)，支起的穹顶，

作者：

[巴西]娜拉·博尔戈诺维·席尔瓦 (Lara BORGONOV E SILVA)，苏黎世联邦理工大学建筑技术系结构设计教席博士，Hubersilva Architekten 建筑事务所合伙人。

译者：

谢方洁，阿尔托大学艺术设计与建筑学院博士候选人，芬兰 PES 建筑设计公司项目建筑师。

校者：

裴钊，迈阿密大学建筑学院客座教授；王帅中，苏黎世联邦理工大学建筑系结构设计教席博士候选人，研究助理。

DOI: 10.12285/jzs.20210602008

也即天堂”。然而阿蒂加斯进一步发挥伯拉孟特的观念：“穹顶是（位居上界的）天堂的投射；为使徒，而非列柱（恕我妄言）所支撑”。

阿蒂加斯从圣彼得大教堂穹顶的支撑结构中看到的象征性使他坚信，本质上是人（使徒）与其社会价值（天堂）在支撑建筑。如同同时在事实和象征层面上支撑希腊神庙的女神像柱，在这位巴西工程师暨建筑师的理解中，承重结构中的主体性也是一种社会工程的隐喻。我们甚至可以推断，阿蒂加斯相信承重结构能够被设计成另一种结构的隐喻——社会结构。

身为艺术家、技术人员和政治激进派，阿蒂加斯意识到结构设计的象征潜力，并可能发愿以钢混结构再现他梦想中的和平社会。在冷战与巴西的军政府独裁时代生活和执业，他确信建筑师要担当起促进为世界和平而协作的社会责任。在他看来，“建筑无法在整体战的观念下存在”。因此，当务之急是实行对社会负责的建筑，以此促成人与人之间的和谐共处。”

但由建筑作品再现的这种和平社会应该不仅系之于使用空间的设计，更要诉诸承重结构传达的信息——就阿蒂加斯而言，这高度取决于结构衔接（Transition）处的设计。尤其关注构件间连接处设计的阿蒂加斯，巧妙地逆转了荷载和支撑之间的关系。他在最重要的项目中，创造出一种在轻盈和负重之间游移，而非理所当然的关系。当前的研究认为，这些建筑的结构部分被局部处理成雕塑，借以改变人对结构张力的感知。后者既有荷载对支撑的作用，也有支撑对荷载的反应。最终，这种的艺术化的处理也影响到人对重力之于结构作用的感知。

在阿蒂加斯最重要的一批作品中，局部钢筋混凝土结构似乎奇异地对重力的作用免疫。他的若干建筑表现出一种并不遵从自然规律，而是乌托邦般式的力学表现。这代表了阿蒂加斯的结构设计观，他借此来象征梦想中的乌托邦社会：和平、协作、没有战争。深知免于重力的世界正如免于战争的人类同属乌托邦，他以似是而非的

方式设计（一种促人探寻其隐喻的修辞方式）。在他最负盛名的设计中，沉重者看上去脆弱，而轻巧者则展现出坚固。正如阿蒂加斯本人的话所印证：“最使我着迷的就是制造沉重的形式，将之逼临地面，此际再否定之。仿佛它们即将落地，屈从于重力，但终究获胜”。

阿蒂加斯相信，建筑师有权在结构设计中匠心独运，突破科学方法论的接受域。在他看来，“建筑师并不跟技术工作者同台竞争”。他为这种观念辩护：建筑自有蹊径，方法也自成一派，其中技术必然与艺术共存。

二、文化，社会与政治背景

阿蒂加斯 1915 年出生于库里蒂巴（Curitiba），自幼对艺术兴趣浓厚，但由于祖父的影响和数学的天赋，决定成为一名土木工程师。1937 年，他从巴西圣保罗大学理工学院（Polytechnical School at the University of São Paulo）毕业成为工程建筑师（engineer-architect）。当时的巴西将建筑学作为土木工程的一个分支，鲜有专门的建筑学课程——在圣保罗大学则完全没有。建筑学课程的匮乏激发阿蒂加斯助力建筑学从母校土木工程课程中独立出来。这个心愿在 1948 年成真，这一年圣保罗大学建筑与城市学院（FAU-USP）创立。

这种在工程学之外的探路，被阿蒂加斯视作建筑学对科学客观性的独立，他觉得，建筑学不应仅听命于科学的语言，他批评科学客观论的顽固不化：“如今，在创作方法论上当道的是科学”“认定建筑学舍此无路可走。对此我们不敢苟同。因为‘艺术只在科学沉默时说话’”。

与同僚奥斯卡·尼迈耶（1907—2012）一样，阿蒂加斯与艺术家、科学家和哲学家们打成一片。尼迈耶与土木工程师若阿金·卡多佐（Joaquim Cardozo）合作，后者在巴西最为人知的是他的文学写作，还不是其在巴西利亚设计中为实现尼迈耶手绘的钢筋混凝土曲线而做的复杂工程计算。

尼迈耶说他的灵感来自于女性身体的曲线，阿蒂加斯则肯定自己受启发于巴西诗人若昂·卡布拉尔·德·梅洛·内托（João Cabral de Mello Neto）对精确的观念，后者在巴西被称为诗人工程师，或是诗人建筑师。阿蒂加斯坦言，他将文学视作为建筑的缪斯。他说“为寻求类似比例的绝对标准，说实话，我借鉴了（若昂）卡布拉尔·德·梅洛·内托的诗歌，‘一把全是刃的刀’对我来说，这是一个对精确的隐喻”。尼迈耶设计的自由曲线和阿蒂加斯的精确间的区别，首先反映的是两位巴西建筑巨匠艺术化地处理钢筋混凝土弹性与塑性中的分野。

除去差异外，阿蒂加斯和尼迈耶都是巴西共产党员。尼迈耶的朋友如菲德尔·卡斯特罗，让·保罗·萨特和巴勃罗·聂鲁达都有共产主义背景。而阿蒂加斯也与左派艺术家、科学家和哲学家打成一片，有时还紧跟其政党的议程。例如，1953 年，作为巴西共产党激进活动的一部分，他前往苏联度过了 50 天；1961 年，他与其他巴西建筑师一起游历了中国。

这种激进是阿蒂加斯和尼迈耶在 1964 年受到巴西军事独裁政权迫害及严重威胁的结果。同年，尼迈耶远赴法国寻求政治庇护，并在那里生活和工作直至 20 世纪 80 年代初。然而，阿蒂加斯却一直留在了巴西（除去在乌拉圭流亡的近一年时间外），他继续工作于自己的建筑事务所，并持续投身于促进建筑师社会功能的教育。

阿蒂加斯和尼迈耶属于同一代人，对于他们，钢筋混凝土就是现代性的象征。在二战之后广泛传播的进步观念的魔咒下，曾委托尼迈耶设计潘普利亚（Pampulha）项目的前总统尤塞利诺·库比切克（Juscelino Kubitschek）发起了巴西利亚总体规划设计竞赛，巴西利亚于 1960 年成为巴西的新都。

巴西利亚仅仅在四年之后就拔地而起。一时间，它的建筑设计和总体规划成为国际上辩论与出版的焦点，这使得奥斯卡·尼迈耶名声大噪，成为国际知名的建筑师。尽管巴西利亚的建设轰动了全球，

但长远看来，还是阿蒂加斯的作品对巴西新一代建筑师更具影响力——尼迈耶的才华毕竟属于艺术家的挥洒。

阿蒂加斯身为教授，首先相信自己建筑作品的教学潜力。身为当今世界上最著名的巴西建筑师之一的安吉洛·布奇 (Angelo Bucci, 1963—) 就承认阿蒂加斯的的教学对其本人专业发展施展了影响。布奇曾就读在阿蒂加斯 1961 年设计的圣保罗大学建筑与城市学院大楼。^[3] 他肯定这是“一座塑造了我们的建筑，一种人文主义的化身，与师生对话，一座建筑师的神庙”。多年以后，布奇本人也成了在圣保罗大学建筑与城市学院执教的教授，以其钢筋混凝土建筑作品蜚声国内外，并应邀在麻省理工学院、哈佛大学和苏黎世联邦理工大学等著名大学任教。

建筑师保罗·门德斯·达·罗查 (Paulo Mendes da Rocha, 1928—2021) 也是一例。他坦诚受惠于良师与益友阿蒂加斯的设计理念。1961 年，受阿蒂加斯邀请，达罗查在圣保罗大学建筑与城市学院担任其助教，罗查设计的作品明显流露出受阿蒂加斯的影响，如戈亚斯赛马俱乐部总部 (Goiás Jockey Club, 1962 年) 和大阪世博会巴西馆 (Brazilian Pavilion at the Osaka Expo, 1970 年)。有着左派背景的罗查也继承了阿蒂加斯对支撑点设计的兴趣以及对建筑师社会功能的探索。罗查曾获得密斯·凡德罗奖 (1999 年)、普利茨克奖 (2006 年)、RIBA 皇家金奖 (2017 年)、威尼斯双年展金狮奖 (2016 年) 等重要建筑奖项。

阿蒂加斯作为教师和建筑师的丰硕遗产不仅被著名的建筑师继承，也影响了巴西众多的普通从业者、教师和学生。尽管职业起步于富裕阶层，(深受弗兰克·劳埃德·赖特影响的阿蒂加斯第一个项目就是为富人设计) 但在 1948 年，他就改弦更张，与以前在理工学院的学生，土木工程师卡洛斯·卡斯卡尔迪 (Carlos Cascaldi) 成立了工作室。^[4] 二人受托设计和建造了隆德里纳 (Londrina) 和库里提巴 (Curitiba) 的公共建筑。在历史学家看来，他这个阶段的建筑深受勒·柯布西耶的影响。直

到 20 世纪 50 年代中期，阿蒂加斯才发展出一套独到的设计路径，如今被归为其职业生涯的粗野主义阶段。在这一时期，他设计了 Baeta 之家 (Baeta House, 1956 年)、三角形之家 (the House of Triangles, 1958 年)、伊坦海姆学校 (the Itanhaém School, 1959 年)、瓜鲁尔霍斯学校 (the Guarulhos School, 1960 年)、圣保罗大学建筑与城市学院 (FAU-USP) 大楼 (1961 年)、圣保罗足球俱乐部更衣室 (São Paulo Football Club - SPFC, 1960 年) 和安亨比网球俱乐部 (Anhembi Tennis Club, 1962 年)。也就是说，他的大部分知名作品都完成于上述阶段，恰好与巴西利亚的建设相同步。阿蒂加斯本人带领的团队在新首都总体规划竞赛中排名第五。

设计成民主、现代和进步象征的巴西利亚，其建设并不能阻止暴政的崛起。冷战期间涌动的政治紧张严重波及巴西。1964 年 3 月，这个南美国家经历了一场残酷政变。公民权利被禁止，酷刑合法化，审查制度大行其道。作为巴西共产党员，阿蒂加斯受到迫害、审讯与逮捕，并在 1969 年被军方强迫辞去圣保罗大学建筑与城市学院的教授职务^[5]。尽管受到这样的压迫，他也没有停止事务所的工作，而且继续致力于建筑学院的教育改革。

阿蒂加斯觉得，他对自己国家的最大的贡献是成功劝阻了自己那些要拿起武器反抗独裁的学生。“我在 1968 年看到一些年轻小伙子试图拿起武器。我阻止了他们，尽管其中一些人后来与我敌。”他欣慰地说，他救了大约一百个年轻人，否则如今他们就会名列镇压时期的失踪异见者名单。“我将此视为我对祖国青年做出的最好的政治贡献。”对这位设计师而言，反抗暴政和争取和平的斗争应该专注地在艺术的战场上展开。

三、结构与建筑师本人对全球和平的向往

1961 年，在巴西军事政变前几年，阿蒂加斯在为圣保罗大学建筑与城市学院

(FAU) 所做的设计中最好地诠释了他对和平的渴望。与卡洛斯·卡斯卡尔迪合作完成的这座建筑，无论从空间还是结构，都是对堡垒的反题 (图 1)。大而无窗，悬空而立的钢筋混凝土外墙犹如军事建筑的护墙。护墙依据定义就是“城堡外墙之外的矮墙，用作第一道防线”。对此，阿蒂加斯曾讲述他在建筑施工期间与现场工人一段饶有趣味的对话：“为营造商 TNR (阿尔贝托·纳吉布·里兹卡拉) 工作的葡萄牙人对我说：‘先生，这里面是个仙境，但外面是个堡垒！是个堡垒！’”

阿蒂加斯解释过“仙境”与“堡垒”两种意向之间的矛盾：“我感到它必须是一座……高度微妙地暗示自己身处一片不设防街区的建筑。”换句话说，圣保罗大学建筑与城市学院的堡垒设计在一片不设防的街区——也就是一座卸下了武器的堡垒。它的钢筋混凝土墙不阻碍任何人进入大楼。恰恰相反，由于悬离地表，原本封阻拦路的墙体其军事功能被消解。阿蒂加斯不仅设想了这座不设防街区中的圣保罗大学建筑与城市学院，而且还设想了一座吊诡地放弃了基本防御功能的堡垒。它是无条件向外界敞开的堡垒，不会把人分开，反而将人带来，聚合在一起。

事实上，圣保罗大学建筑与城市学院大楼的建筑空间本质上是开放的，几乎没有隔墙，内部和外部相交融，甚至没有一个“门”。它的底层邀请整个社区进入。相应的，建筑的承重结构也传达出匹配的观感，即构成围合的巨幅钢筋混凝土墙是轻若无物的。悬脱于地表的外墙不仅失去了分隔的功能，而且连自身的重量也似乎丧失了。这正是结构设计的主观时机发挥举足轻重作用的地方：支持建筑师的初心，将人性注入结构。阿蒂加斯致力于设计一片不设防的街区，以重新诠释的堡垒滋养和平。这也是他不仅以建筑的动人开放空间，更以纪念性分量的墙体所希望达致的：墙体因悬离地面而避免区隔，因轻若无物而远离压迫。

为表现这种零重力巨墙的意象，阿蒂加斯饶有玩味地设计出看上去对重力免疫

的围合——纤细的支撑看上去竟经得起加诸其上的巨幅钢筋混凝土墙的庞大重量(图2)。这种主观印象既得于梁柱之间流畅的结构衔接赋予外墙的动感,也源自柱身上虚构的伸缩缝对建筑力学行为感知的潜移默化。谈起这个外围墙体的结构设计,阿蒂加斯说:“唯愿我的柱子能激起苛刻的工程师们这样评价:‘这整个该死的东西要塌了!’”

颇具讽刺与挑衅意味的是,他根本不介意设计出的结构看起来不可靠。显然,他也不乐意看见它倒塌,通过戏剧化的结构表现,实际上是要人们注意到他的乌托邦。其间,纤细的支撑可以承受沉重的负荷,人与人之间的和平气氛弥漫其中。作为左翼政治激进派,阿蒂加斯设计的结构呈现出一种乌托邦式的力学行为,而建筑则进入到另一重宇宙。这些构筑物不仅是机械上的,力学上的,更是社会性的,政治性的。这就好比说这些建筑不仅属于另一种现实(没有重力的世界),而且属于另一个人类社会(没有纷争的世界)。

阿蒂加斯将他的政治激进主张融入他

的建筑实践,据以展开圣保罗大学建筑与城市学院大楼梦幻般的力学真实,实质象征着—一个社会乌托邦,人们在这里衷心相信,哪怕只有浮光—瞬,终将重归幻影。而乌托邦代表的是幻觉、梦境和异想,是为了时空中—一个无法触及的地方刻意创造的,与现实没有关系。阿蒂加斯也自知他在设计乌托邦。作为巴西共产党员,他为此辩护道:“在巴西资本主义的现状下……我们建筑师坚持—一种社会责任,坚持在这个对我们来说是反常—堕落的现实中,以乌托邦的方式思考—的权利”。而在他把乌托邦带到现实的设计过程中,对结构衔接的艺术操纵是—其间的核心驱动力。

四、结构衔接的人性化

当谈到雅典卫城女神像柱和圣彼得大教堂穹顶下使徒像所赋予的象征性的“人”与“社会价值”时,阿蒂加斯提醒我们,结构设计从历史上就与承重结构中的人性息息相关。阿蒂加斯曾引用法国建筑师奥古斯特·佩雷的断言:建筑是支

撑点歌唱的艺术(“l'architecture, c'est to be a personization of bearing structure”)。他关于结构衔接的人格化操作显然将结构带入了—一个布满隐喻意义的诗意世界。

而只有当结构支撑的机械功能成为艺术气质的视觉表现主题时,这种人格化操作才有可能实现。阿蒂加斯肯定地说,他开启了一种独特方式来处理他的建筑“支撑点”。这种独创性源自他对结构衔接或者说是—对“结”(Knot)的处理。这“结”正是结构设计史中,建筑技术里涉及“人”领域的永恒象征。值得注意的是,“结”被戈特弗里德·森佩尔(Gottfried Semper)定义为“也许是最古老的技术符号……是一种表达方式,关于各族中普遍产生的原初宇宙观”。

阿蒂加斯曾讲述其对“它(建筑)‘坐’在地上的方式”很敏感,依之可以看出他与佩雷类似,也将承重结构人格化看待。在圣保罗大学建筑与城市学院大楼和圣保罗足球俱乐部(SPFC)更衣室的外墙设计,以及在安亨比网球俱乐部的柱廊设计中,他极好地探寻了这种支撑点的人



图1: 圣保罗大学建筑与城市学院 (FAU)



图2-1: 圣保罗大学建筑与城市学院立面上的柱子

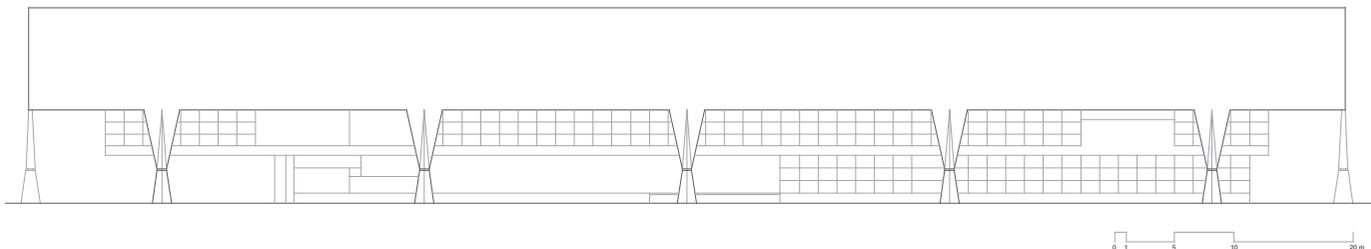


图2-2: 圣保罗大学建筑与城市学院立面上纤细的柱子

性维度。在这些设计中，阿蒂加斯自由地将结构衔接化为极富动感的钢筋混凝土雕塑，并为设计划分出两种静力学原则（static principle）：机械的（mechanical）和艺术的（artistic）。^[6]这种二元论是阿蒂加斯核心主张的基础，他坚信建筑师有权以一种不同于科学客观论的方式探求结构设计的其他可能。

德国人卡尔·博迪舍（Karl Bötticher, 1806—1889）是著名考古学家和建筑理论家。他在希腊、埃及和亚述建筑中发现了将核心结构从艺术结构中区别开来的结构设计的根苗。在其著作《古希腊人的建构》（*Die Tektonik der Hellenen* 1844—1852）中，博迪舍创造了德语表达方式 Kernform（核心形式）和 Kunstform（艺术形式），作为分析工具解读古风希腊和古典希腊时期的结构设计。这两个术语“缝合了结构形式与其艺术表现之间的断裂”。^[7]

古希腊人将神庙柱子的力学功能进行了艺术化的表达。博迪舍解释说，为了达成这点，他们创造了“观念上的面纱”加覆于柱子，赋予其特性的观感。他申明，核心形式和艺术形式是解释结构时不可分割的术语，因此它们不会各走各路，而是同生同灭的。据此，这两者各自遵守不同的原则：“核心形式是建筑中的力学—结构‘时机’，它是与不同的技术要求之间互动所产生的。”^[8]与此同时，他主张，“‘艺术形式’则主要指建筑之为建筑必不可少，但又不能被核心形式涵盖的部分。”^[9]艺术形式用以呈现结构的性格塑造，并且可以归类于建筑中承载意义的支撑要素。以博迪舍之见，“单纯体现结构形式本身无法呈现出静力学原则”。^[10]换句话说，单凭技术内容，或者说核心形式，是不能赋予建筑的承重结构以意义的。

在阿蒂加斯的作品中，对各种静力学原则的表达依然要求建立一种核心形式与艺术形式之间的结构二元论。通过将结构设计分为两种功能：一种是技术—机械导向的，另一种以艺术为主。他得以将圣保罗大学建筑与城市学院大楼的立面举重若轻，并且凭借对局部钢筋混凝土结构的雕

塑化处理，展现出一种乌托邦式的静力学行为。博迪舍对静力学原则的阐释既是机械的，又是艺术的。这印证了阿蒂加斯的信条，即“人”的内容是形式探寻的核心，理应融入结构设计中从而创造出“意义”。事实上，这种艺术与技术的融合深深影响着这位巴西设计师，使之从本质上就将结构设计视为艺术挑战的核心。

1962年由阿蒂加斯与卡洛斯·卡斯卡尔迪合作设计的安亨比网球俱乐部（Anhembi Tennis Club），是钢筋混凝土结构领教艺术化和游戏化处理的佳例。在这个项目中，对支撑点或者说“结”的主观感知被精心重构。在雕塑化处理的柱廊中，通过对力矩图示进行折叠和展开的操作，建筑师创造了一个折纸似的结构。钢筋混凝土的这种雕塑质感使结构的分析图呈现出一种艺术的表达，其精密的几何形状在光与影、满与空的游戏间凸显。

通过水平过梁与柱子的整合设计，建筑师将构成该结构的十二个几乎完全相同的柱廊部分构件转化成悬臂梁，从而为后续艺术操作创造空间。这种看似对结构的轻微干预，却改变了人们对整个结构力学行为的感知。阿蒂加斯通过“片开”周边的构件，在竖向支撑和横梁的交叉点展露出构架的“内腔”，教学式地展示出这种艺术性干预的潜能。在这个结构应力最强的位置，人们原本期待着一个加固的连接，建筑师却在此设置了一个现浇的集水渠，与悬臂梁一道形成了柱廊的顶空。雨季，这些水渠收集雨水，通过陡槽注入离地两米多高的排水沟，不时以小瀑布的形式倾泻而出。建筑师恰在结构应力最大，最为紧张的位置，以一种玩心满满的态度引入了流动起伏的动态雨水^[11]（图3）。

同样充满意趣的艺术化处理，在圣保罗足球俱乐部（SPFC）更衣室的结构设计中也可以看到。其间长约100米的钢筋混凝土梁构成的外墙看起来似乎就架在仅由两个支撑点组成的地基上——从特定的角度看去——梁与支撑点接触的面域几乎是零。就好像这些巨大的梁被支撑在虚拟的点上。但这只是在施于支柱上的雕塑化处

理所引发的视觉效果。实际上行使支撑的力学部件并不在这，后者的面积显然不是零。这些在外墙上看上去至关重要的长梁实际上只是钢筋混凝土的薄墙，它们被锚定在其他更为结实的结构上。相对于外墙，那些真正起结构作用的钢筋混凝土部件稍稍退后。通过将荷载集中在外墙之后，阿蒂加斯以艺术化的操作解放了建筑的最外围。由此，一个奇景展现在观众面前：一个异常宽阔的跨度，由末端近乎消失的柱子所支撑。不但如此，结构上应力最集中的地方反而被切出一个口（图4）。

五、结构转化与社会的永恒流转

虽然经过艺术处理，阿蒂加斯设计的支撑点仍然保持了如上述灵感来自梅洛·内托诗意作品的几何精度。作为一个鼓吹结构设计师应走技术与艺术融合之路的人，这种几何精度并没有被他视为科学客观性的表达。恰恰相反，以在圣保罗大学建筑与城市学院大楼的围墙为例，我们可以看到结构构件从几何精度中生长出诗意的含混。这是因为构成钢筋混凝土结构的不同几何元素之间的连续性给人一种特殊的感受，即一个建筑元素想要成为另一个元素，反之亦然。

阿蒂加斯的同事弗拉维奥·莫塔（Flavio Motta）准确地观察到，在圣保罗大学建筑



图3：安亨比网球俱乐部支撑结构上的排水口

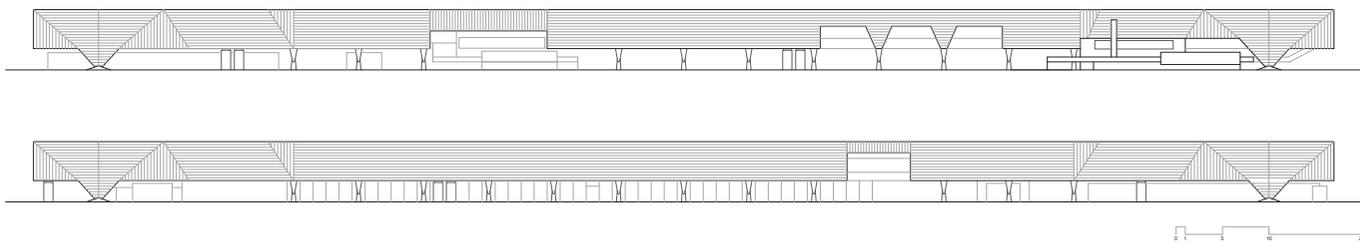


图4: 圣保罗足球俱乐部的东立面(上)和西立面(下)上看似仅由两点支撑的结构

与城市学院大楼的竖向支撑设计中，墙想要成为柱，而柱则想成为墙。结构元素的几何精度被它们之间含混的关系所遮蔽。任何界定该建筑结构各组成部分之间精确边界的企图都归于徒劳。它的围护部分是一个流动的视觉系统，墙与柱、柱与梁、柱与基础、梁与墙之间的经典划分被完全消解。整个结构是一个上与下、荷载与支撑、作用与反馈持续不断变换的进行时。

因此，如果阿蒂加斯将圣彼得穹顶的支柱上所绘的使徒视为支撑天堂的社会的隐喻，那么他也可能构建一种象征：通过对‘转化’的设计，传达不断转变的概念，暨一个生活在恒变的社会。2015年，保罗·门德斯·达·罗查在评论阿蒂加斯的左派政治参与时说，他朋友的战斗性并不是激进或意识形态的问题，而是一种对转型的激情。这与机会主义、保守主义或守成主义等理念都是对立的。相应地，支撑阿蒂加斯所梦想的社会结构建立在不断行进的核心之上。因此，它是一个无止境的运化的社会。

在这里，结构成为蜕变的主角，将其客观几何精确性转化为诗意的几何含混性，反之亦然。这种诗意的蜕变是艺术取代技术作用的结果。同样地，特别是通过对结构衔接地带的精巧重构，阿蒂加斯为圣保罗大学建筑与城市学院大楼的围墙创造了虚构的或者说想象的铰链，并且由于这些铰链是唯一可见的结构衔接，它们在视觉上承担了机械铰链的作用。为了达到这个目的，实际的结构荷载被集中在室内的坚实柱子上，这使得外围墙的荷载得以减少。建筑师在这里为自己腾出了下一步艺术操作的空间。

此种操作给建筑师预留了更大的灵活

性，使其可以对其进行整体艺术化的处理，并赋予其“虚构”的一面：外围护中纤细的竖向支撑似乎承受着巨大墙体的荷载。实际上，圣保罗大学建筑与城市学院的外墙中设有氯丁橡胶垂直伸缩缝，使得建筑物能随温差轻微膨胀和收缩，从而避免伤及结构的受力功能。然而这些伸缩缝是不可见的，因为它们被故意隐藏在表层混凝土之下。事实上，三角形支撑上看似是赋予外墙结构灵活性的伸缩缝，只是建筑师有意为钢筋混凝土结构设计的凹槽或狭窄的空腔，没有任何技术功能。通过这种方式，既改变了人们对静力行为的感知，又不影响结构的力学作用。在视觉上，这些氯丁橡胶接缝让位于柱身上那些为幻想和乌托邦而设置的凹槽。

对这些假伸缩缝的记述，可在费利佩·德阿劳霍·孔蒂埃 (Felipe de Araújo Contier) 的文章中找见。其中工程师何塞·卡斯塔尼奥 (José Castanho) 写道：“建筑师 (阿蒂加斯) 想要立面的柱子上有一个衔接点，可以容纳整个外墙的水平移动 (就像圣保拉游艇俱乐部的船屋一样)，这就可以避免墙体表面可见的伸缩缝”。但据卡斯塔尼奥透露，阿蒂加斯的愿望在技术上是难以达成的。阿蒂加斯和卡斯卡尔迪最终找到的对策，是在立柱上他们认为理想的位置，放置一个假铰链点。从视觉上替代力学上真正的伸缩缝。而这个理想位置，就在倒三角形与正三角锥的交点处。一旦建筑师的意愿和技术的可行性不兼容，办法就是把他们梦寐以求的理想结构行为给呈现出来。阿蒂加斯本人也讲过：“如果人们叫我理想主义者，那我没意见。”

这种理想主义的结果，是圣保罗大学建筑与城市学院维护结构中的蜕变：想要

成为墙体的柱子，也可视作支撑结构变为结构连接构件本身。在这里，柱子与立面上巨大的“结”互相转化。事实上，这些柱子的形式可以粗略地描述为三角形和金字塔之间的交接点。更重要的是，在铸造向地面倾斜的三角形时的模具，也被用于铸造水平向的梁 (墙) 上。这种立面肌理的延续使得在构成三角形的柱子与水平巨墙 (梁) 间的连续流动被建立。

通过这些模具为 FAU-USP 大楼的围墙创造的纹理有助于创造横向构件和竖向支撑件之间颇有纪念性的衔接表达，在这里观念上的柱子是不需要的。尽管从严格的技术角度讲，构成竖向支撑的三角形和金字塔确实是一根柱子。但从人的感知上讲，似乎又不存在作为建筑和地面之间过渡的柱子。也就是说，从视觉上看，柱子的概念在竖直三角形中被摒弃，而转化成一种被强化的或者说纪念性的结构 (图 5)。

六、壁画，工程与纪念性

纪念性是 20 世纪拉丁美洲城市和社会参与艺术的一种常见形式，尤其是壁画艺术。阿蒂加斯也是一位视觉艺术家，并与巴西壁画家保持着密切的友谊，这可能是他将壁画艺术中的纪念性概念运用到结构设计领域的原因。众所周知，壁画的目标是“激发情感，引发思考，批评，说服和教育”同样，阿蒂加斯作品中结构转化的纪念性也具有教育意义，这建筑师成为社会动员的中介。

阿蒂加斯对壁画作为城市艺术一种形式的偏爱似乎隐含在 1984 年所作的一篇论述中，并以《建筑师的社会功能》为题

进行了转述，他讲道，“以视觉艺术为动机在城市中绘画，这种观念当然会影响到我。这也是我的一种批判性立场，而我们的评论家们尚未能在我的建筑中看到。”

首先，壁画的存在“与建筑或城市空间密切相关，因为支撑它的就是（建筑的）墙壁”。在20世纪的拉丁美洲，“描绘城市”是壁画主义和城市艺术的代名词。而阿蒂加斯希望艺术能进入公共和半公共空间，比如他为圣保罗纺织业工会总部（the Headquarters of the Union of Workers in the Textiles and Weaving Industries of São Paulo）主立面设计的巨大蒙德里安式壁画（1959年），这也可以看作是放置在城市大客厅里的一幅画。

其次，壁画也会在建筑内引入城市尺度，如阿蒂加斯为瓜鲁尔霍斯学校（Guarulhos, 1960年）和伊坦海姆学校（Itanhaém, 1959年）设计的项目。他说“一个城市样的房子，一个房子样的城市。”这种在巴西与墨西哥出现的利用壁画整合建筑与城市功能的现象（壁画主义），反映了其预设的城市与社会教育立场，而不是为了装饰。阿蒂加斯对壁画的社会与城市功能的浓厚兴趣需要引起关注，因为他在一些最重要的建筑作品中都融入了这种艺术形式。

将阿蒂加斯的作品与“绘画城市”的理念联系起来的第二个理由是圣保罗大学建筑与城市学院大楼和圣保罗足球俱乐部更衣室等建筑的外墙（围墙）。它们也可以被理解为壁画，虽然并不使用颜料与画笔，但外墙的钢筋混凝土墙体（壁画）的雕塑潜力却依然是一种艺术性地表达建筑的社会参与形式。

除了工程和技术背景，阿蒂加斯对艺术也有着浓厚的兴趣。在圣保罗大学理工学院就读时，他还在巴西国立美院（Escola Nacional de Belas Artes）学习绘画。这种双重经历对他作为工程师与建筑师的实践非常重要。其影响首次体现在设计中是“三角屋”（House of Triangles, 1958年）项目，阿蒂加斯尝试将绘画与建筑空间颇可玩味地融合，同时也是壁画和结构工程的融合。

艺术与技术的融合是有历史先例的。20世纪初，欧洲先锋派艺术家已经在这方面取得了经验。而阿蒂加斯并未忽视这点。在巴埃塔之家（Baeta House 1956年）中，地板被涂上了原色，组成了一幅蒙德里安式的“绘画”，空间划分以一种无需墙壁的方式建构。正如阿蒂加斯所说，“在一些房子里，我试图直观地诠释一种民间观念；而在另一些房子里，我能够像理性主义者那样，以蒙德里安式的意图来划分空间，而不砌墙。以这样的方式使构成派的体量出现在作品中。否则，墙体的形式就会破坏它们，且将这种构成派的体量转化为具体的空间。”（图6）

又如，在三角形之家中，漆在四个立面上的蓝白三角形构成了一整幅壁画以承担这一功能，阿蒂加斯设计得这座房子的体积转化成一个单一界面。他创作这个虚拟的存在，用以戏谑地探索技术与艺术之间的融合——以蓝色倒三角形的外柱（出于工程的理由）和立面上同样由蓝色三角形组成的具象派壁画为代表。然而，并不能只用一个表面来理解这个房子。至少这不是基于感官的。它只存在一个诗意的空间，没有任何图像与文字的内在空间。

处理“三角形之家”的这种方法也类似于莫比乌斯环的时空，它是一个连续的单面。“莫比乌斯环，是由一根长方形的塑料或纸条，将一端扭转180°，然后将两端连接起来而得到的，是一个单面的典型例子。”一个条带的正反两面同时呈现。“任何对表面分为‘正面’和‘背面’的企图



图5：圣保罗大学建筑与城市学院中柱子的纪念性

都会失败。”这种同时性也同样寓于“三角形之家”的案例，它是由一幅横跨所有四面墙的壁画来实现的，因此作品没有正面、侧面或背面。所有的立面都被平等地对待，仿佛是一张画布或一单面墙。

但在体验过壁画和建筑之间的第一次融合之后，阿蒂加斯放弃了色彩、抽象主义和具象主义，这使得建筑工作可以在图画式的空间和钢筋混凝土的结构工程之间展开。这场变化始于1960年，当时他将（源于工程的）图形用作围墙和柱廊设计的主题。安亨比网球俱乐部柱廊中的弯矩图也可以归于此类。

阿蒂加斯对视觉艺术的热情为他铺平了道路，使得他可以将绘画应用于工程，将工程应用于绘画。通过这种方式，他将画家和工程师的空间并置。他没有用颜料和画笔来绘制壁画，而是采用了钢筋混凝土结构墙，在圣保罗大学建筑与城市学院大楼和圣保罗足球俱乐部（SPFC）更衣室的案例中，这些墙就像壁画板一样，其形式是类似于工程师在结构分析中使用的图解语言。

值得注意的是，重力是结构工程师工作的根本。但对于视觉艺术家而言，壁画并不会在重力作用下变形。因此，通过将工程和视觉艺术融合在一起，也就是把钢筋混凝土墙改造成壁画的方式，阿蒂加斯使外墙可以摆脱重力的影响。例如，当他决定将圣保罗足球俱乐部（SPFC）更衣室外墙的柱子涂成黑色时，这种消除钢筋混凝土墙体重力的愿望就变得很明显。使用



图6：巴埃塔之家

这种方法,这些立柱的存在因没有颜色(黑色)而在视觉上被减弱,因此不会与建筑围墙的结构设计相混淆(图7)。这些围墙由长梁组成,只由两根向地面倾斜的立柱支撑,从正面看,围墙的支撑与地面接触点的面积似乎为零。因此,这些近100米长的钢筋混凝土梁的重量看上去似乎是通过与地面仅有的两个虚拟接触点来传递的。实际上,由于这些梁被锚定在另一个实际的支撑结构上,因此它们既可以在视觉上被视作关键的结构构件,但又不必担心在实际的重力作用下会变形。

虽然整个建筑的结构受到弯矩和其他变形作用的影响,但至少有一部分看起来不在重力的控制范围中。仿佛SPFC更衣室的长跨度钢筋混凝土梁属于一个永不变形的空间,在这个空间里,几何形状不受现实中重力的限制,就像壁画一样。这使得它们就像画家在画布上描绘的图像一样历久弥新。

七、结论

若昂·维拉诺瓦·阿蒂加斯的取径基于这样的理念:技术与艺术的融合,能够赋予结构以社会意义。在他看来,仅凭建造技术并不能达致。在他最负盛名的作品里,艺术部分地接管了技术的角色,从而将隐喻融入工程方案。

阿蒂加斯对钢筋混凝土雕塑化和游戏般的处理,最终使之得以操控人们对静力

学行为的感知。身为一个政治上的激进左派,这位巴西设计师就这样将其乌托邦的社会和政治主张投射到了建筑作品之中。不止一种乌托邦式的空间组织,阿蒂加斯还为他梦想这样的平等社会投射出一个静力学的乌托邦。从严格的技术视角出发,他的一些设计看起来是不可行的:超大的跨度,没有伸缩缝的巨型框架,收刹到泯灭的支撑点,以及为高结构应力的交接点位置设计的空铰链。

这种视觉上乌托邦式的力学表现,源自一个历史上著名的二元论:机械与艺术。正是依托于此,在阿蒂加斯最独到的一些建筑设计中,一部分构件中的结构中承载的负荷被减轻,以便能更为自由地传达象征与抽象的特性。

此外,通过指出史上对竖向支撑的人格化处理,阿蒂加斯也提醒我们结构设计的人性维度。无论对女神柱中结构主观时机的强调,还是对建立圣彼得大教堂穹顶支柱上四使徒与天堂社区间的关联,他都在揭示结构设计的探索作为一门知识,在传达关乎社会性质的象征信息方面巨大的潜力与需求。在阿蒂加斯的设计中,力学与艺术已如此模糊,以至于结构设计中人性与科学的面相之间不再泾渭分明——正如我们在安亨比网球馆的结构设计中所看到的。

这种交融和暧昧,也见诸圣保罗大学建筑与城市学院的钢筋混凝土围墙。它们作为主角不断蜕变,在不同结构元素间创

造着动态关系,将垂直支撑的客观几何精确转译成诗意的含混。然而,这座标志性建筑的围墙所承载的不仅是无止境蜕变的结构概念,更是深具象征的内核:那就是阿蒂加斯所珍视的,一个日日维新,不断变革的社会。

其实不同结构要素间的连续性,将圣保罗大学建筑与城市学院大楼围墙的支撑体点化成了不朽的结构衔接。与巴西壁画艺术家们持续深交的阿蒂加斯,让壁画艺术家和工程师并驾齐驱,将壁画艺术内在的纪念性主题独到地注入建筑。在这个项目中,他以绘画来做工程,也用工程来绘画。他将结构负荷向圣保罗大学建筑与城市学院刚朴的内部支撑之上集中,使立面卸下了重力与变形的包袱,得以更自由地加以艺术化的处理,将之变成壁画。这种融合最终使他传达出一种乌托邦式的力学行为,象征着他梦想中属于祖国的和平民主的乌托邦社会。

生活在巴西暴力和审查制度的黑暗岁月,阿蒂加斯一直为建筑师促进和平的社会功能辩护。他本人也是这样冒险力行,将政治激进派的信念与建筑设计融为一体。谈及他的批评者,阿蒂加斯有言:“可能有人谴责过我,说我是个空想家,是个共产分子;可正是这样,我度过了我一生中最好的年华。”

他最美丽的梦想之一是雅乌汽车站(Jaú Bus Station, 1973年)——设计于他职业生涯的后期——本来可以说是一个钢筋

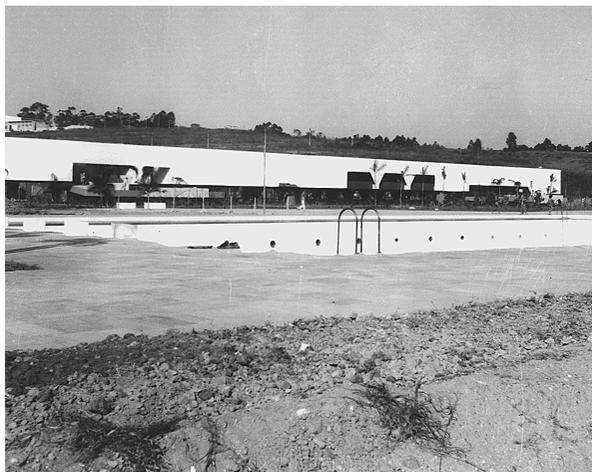


图7: 圣保罗足球俱乐部立面的结构表达



图8: 雅乌汽车站中的柱子

混凝土结构，神似树干的柱群支撑着一片平顶。这种有机主义发展到最后，梁和柱之间受拉的节点就拉成了圆形的天窗。在这些应力最集中的过渡点，钢筋混凝土为空灵和日光所取代（图8）。阿蒂加斯确实将对结构设计的诗意呈现与社会价值的珍视，贯彻到了生命的终点。正如使徒支撑着圣彼得穹顶所描绘的天庭，他为雅乌汽车站的“穹顶”设计的诗意的柱子，也将他梦想中的社会轻轻托起，其间，黑暗生出光明，艰辛化成自然，阴霾让给希望。^[12]

注释

[1] 若昂·维拉诺瓦·阿蒂加斯于1937年毕业于圣保罗大学理工学院土木工程专业，一生执业建筑。他的专业实践与其对艺术、政治和教育的热情若合一契。尽管持有土木工程学位，阿蒂加斯的结构设计却不仅追求客观和高效，不能径直归于科学的范畴。

[2] 译者注：作为巴西圣保罗学派的奠基人，若昂·维拉诺瓦·阿蒂加斯是一位巴西现代建筑历史中不可回避的建筑师。如果说科斯塔和尼迈耶联手造就了20世纪40年代辉煌的巴西现代建筑，那么二战后正是阿蒂加斯领导一群圣保罗建筑师延续了巴西建筑的传奇。对于巴西建筑，乃至拉美建筑，他的贡献在于从理论方面摒弃了早期拉美现代建筑寻求国族认同的道路，将美学与社会伦理相结合，强调建筑应该为大众服务，并与其他优秀的圣保罗建筑师们一起通过实践凝练出一套独特的建筑形式和空间语言，直至今日圣保罗学派依然对拉美建筑产生着重要的影响。可补充阅读《建筑学报》2019年第5期《巴西现代建筑中的两次历史构建》，裴钊、王如欣。

[3] 圣保罗大学建筑与城市学院大楼与Carlos Cascaldi合作设计完成。

[4] 1940年，25岁的阿蒂加斯接受了圣保罗大学建筑与城市学院助理教授的职业。

[5] 与圣保罗大学建筑与城市学院的其他教授，诸如保罗·门德斯·达·罗查一起反对军政府的统治。

[6] 译者注：此处翻译参考[美]肯尼思·弗兰姆普敦著《建构文化研究》王骏阳译，p84。“博迪舍认为，建筑美恰恰是对机械学概念的诠释。”原文“[Bötticher] proposed that the beauty of architecture was precisely the explanation of mechanical concepts” p82.

[7] 原文“associate the separation between static structure from its artistic apparel.”

[8] 原文“the core-form is the static-structural ‘moment’ of the architecture which emerges in interaction with different technical requirements.”

[9] 译者注：“the application of an ‘art-form’ primarily

delineates (...) the conditions required for the architecture to emerge” 此处可参考[美]肯尼思·弗兰姆普敦著《建构文化研究》王骏阳译，p85。“博迪舍写道：‘建筑的每一部分都可以通过核心形式和艺术形式这两种因素得到实现。建筑构件的核心形式是结构机制和受力关系的必然结果；而艺术形式则是呈现结构机制和受力关系的性格塑造’”原文“The core-form of each part is the mechanically necessary and statically functional structure; the art-form, on the other hand, is only the characterization by which the mechanical-static function is made apparent.” p82.

[10] 原文“the pure structure is unable to portray the static principles.”

[11] 在阿蒂加斯设计的雅乌汽车站(Jaú Bus Station, 1973年)，同样在柱与梁交接的位置呈现类似的效果，只是在汽车中以天光代替这里的流水。

[12] 阿蒂加斯去世于1985年1月12日，没有能看到巴西军政府独裁倒台那一天。

参考文献

[1] Artigas, João B. Vilanova. Caminhos da Arquitetura. São Paulo: Cosac & Naify, 1999, p.14, p.47, p.150, p.168, p.103, p.106.

[2] Transcription of Artigas’ speech given at the Museu da Imagem e do Som da Secretaria de Cultura de Fortaleza, in 1981, p.14 (FAU-USP Archives, 1985), p.14.

[3] In <https://www.uia2021rio.archi/noticia-N153en>. Viewed 04.11.2020.

[4] <http://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa20547/paulo-mendes-da-rocha>. Viewed 28.11.2020. Ferraz, Marcelo Carvalho (org.).

Vilanova Artigas: Arquitetos Brasileiros - Brazilian Architects. São Paulo: Instituto Lina Bo e Pietro Maria Bardi: Fundação Vilanova Artigas, 1997, p.28.

[5] Collins English Dictionary - Complete & Unabridged 2012 Digital Edition © William Collins Sons & Co. Ltd. 1979, 1986 © HarperCollins.

[6] Cabral, Fernando Frank; Rodrigues, Eduardo de Jesus. Vilanova Artigas: espaço e programa para a FAU. São Paulo: FAU/USP, 1978, DVD.

[7] In Vilanova Artigas: O Arquiteto e a Luz. Documentary directed by Laura Artigas e Pedro Gorski, 2015.

[8] Semper, Gottfried. The Four Elements of Architecture and Other Writings. Translated by Herrmann, W. and Mallgrave, Harry F. Cambridge: Cambridge University Press, 1989, p.37, p.217.

[9] In Vilanova Artigas: O Arquiteto e a Luz (The Architect and the Light). Documentary directed by Laura Artigas and Pedro Gorski, 2015.

[10] In <https://www.caupr.gov.br/?p=15143>, Viewed on 24.11.2010.

[11] Contier, Felipe de Araújo. O Edifício da FAU-USP e os Materiais do Brutalismo. X Seminário Docomomo Brasil: Arquitetura Moderna e Internacional - Conexões Brutalistas 1955-75. Curitiba: October, 2013, p.6 / José Castanho spoke on behalf of Figueiredo Ferraz – the engineering company responsible for the structural engineering solution deployed in the project of the FAU-USP building.

[12] <http://kdfrases.com/autor/joão-batista-vilanova-artigas>. Viewed 18.09.2016.

[13] Cardoso e Silva, Ana Maria Formoso. Marco Zero de Oswald de Andrade: Uma Proposta de Romance Mural. Dissertação de Mestrado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2003, p.87.

[14] Wilhelm, Vera Regina Barbuy. A Arte Mural e a Prática da Preservação. Tese de Mestrado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2011, p.13.

[15] Ferraz, Marcelo Carvalho (org.). Vilanova Artigas: Arquitetos Brasileiros - Brazilian Architects. São Paulo: Instituto Lina Bo e Pietro Maria Bardi: Fundação Vilanova Artigas, 1997, p.76.

[16] da Costa de Sousa, Roberta. João Cabral de Melo Neto e o Estilo da Faca, p.71. In http://www.ciencialit.letras.ufrj.br/garrafa14/robertacsousa_joaocabralde.pdf, Viewed 27.5.2016.

[17] E.L. Starostin, G.H.M. van der Heijden. The shape of a Möbius strip. Centre for Nonlinear Dynamics, Department of Civil and Environmental Engineering, University College London. In.

[18] https://www.math.hmc.edu/~gu/curves_and_surfaces/surfaces/moebius.html. Viewed on 21.3.2016.

[19] <http://www.ucl.ac.uk/~ucesgvd/moebius.pdf>. Viewed 21.3.2016.

[20] Ferraz, Marcelo Carvalho (org.). Vilanova Artigas: Arquitetos Brasileiros - Brazilian Architects. São Paulo: Instituto Lina Bo e Pietro Maria Bardi: Fundação Vilanova Artigas, 1997, p.33.

[21] Mayer, Hartmut. Die Tektonik der Hellenen: Kontext und Wirkung der Architekturtheorie von Karl Bötticher. Stuttgart/London: Edition Axel Menges, 2004, p.9, p18.

图片来源

图1、图2-1、图5: © Nelson Kon

图3、图7、图8: Acervo da Biblioteca da FAUUSP

图2-2、图4: 作者自绘

图6: <https://www.nelsonkon.com.br/en/casa-baeta/>, © Nelson Kon